

**PENGELOLAAN RAWA BANJIRAN BERBASIS ANALISIS  
DINAMIKA FLUKTUASI MUKA AIR DI LUBUK LAMPAM,  
SUMATERA SELATAN**

**DADE JUBAEDAH**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2015**



**PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN  
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA\***

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Pengelolaan Rawa Banjiran Berbasis Analisis Dinamika Fluktuasi Muka Air di Lubuk Lampam, Sumatera Selatan, adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

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

Bogor, Juni 2015

*Dade Jubaedah*  
NIM C261110011

## RINGKASAN

DADE JUBAEDAH. Pengelolaan Rawa Banjiran Berbasis Analisis Dinamika Fluktuasi Muka Air di Lubuk Lampam, Sumatera Selatan. Dibimbing oleh M. MUKHLIS KAMAL, ISMUDI MUCHSIN dan SIGID HARIYADI.

Rawa Banjiran Lubuk Lampam (RBL) merupakan ekosistem unik yang memiliki nilai ekologis penting terutama sebagai habitat ikan khas rawa banjiran. Sebagian area RBL telah ditetapkan sebagai suaka perikanan atau kawasan konservasi perairan, yaitu segmen sungai Kapak Hulu, lebung Suak Buayo serta lebung Proyek. Dengan demikian, pengelolaan ekosistem RBL berperan penting bagi keberlanjutan sumber daya perikanan. Permasalahan utama yang dihadapi oleh RBL adalah penurunan kualitas air yang disebabkan oleh faktor alami dan limbah antropogenik terutama yang bersumber dari pengembangan perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya di dalam dan sekitar area RBL.

Tujuan utama penelitian ini adalah : (1) mengidentifikasi karakteristik kualitas air RBL; (2) menentukan status kualitas air RBL; (3) menentukan status trofik perairan RBL; (4) menggambarkan distribusi dan reproduksi 3 spesies ikan (nilem atau palau, tambakan dan gabus) di RBL; dan (5) menentukan strategi pengelolaan RBL yang efektif.

Pengambilan sampel dilakukan selama satu tahun dari bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013. Lokasi penelitian meliputi : (1) segmen sungai bagian hulu kawasan RBL atau Kapak Hulu; (2) lebak kumpai 1; (3) lebung alami yaitu Suak Buayo; (4) lebung buatan yaitu lebung Proyek; (5) kanal perkebunan kelapa sawit; (6) lebak kumpai 2; dan (7) segmen sungai bagian hilir area RBL.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fluktuasi muka air di RBL dipengaruhi curah hujan di daerah aliran sungai (DAS) Lempuing. Berdasarkan fluktuasi muka air, perubahan musiman di RBL dapat dikategorikan dalam musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013), musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013), dan musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013).

Karakteristik kualitas air antar stasiun di RBL memiliki variasi kesamaan yang besar (>80%). Secara umum, karakteristik kualitas air RBL yaitu pH cenderung asam (kisaran 4.66–5.40), kandungan oksigen terlarut rendah ( $1.30-3.89 \text{ mgL}^{-1}$ ), keruh ( $18.32-29.84 \text{ NTU}$ ) dan mengandung konsentrasi tinggi total nitrogen ( $41.02-60.83 \text{ mgL}^{-1}$ ) dan total fosfor ( $1.89-5.72 \text{ mgL}^{-1}$ ). Herbisida paraquat dan glyphosat ditemukan di area ini dengan rata-rata konsentrasi  $0.004 \text{ mgL}^{-1}$  dan  $0.003 \text{ mgL}^{-1}$ , sehingga sebagian besar risiko ekobiologis (*Risk Quotient*, RQ) dari kedua jenis herbisida tersebut tergolong rendah (<0.01).

Status mutu air di RBL ditentukan menggunakan dua metode yaitu indeks pencemaran (*Water Pollution Index*, WPI) dan indeks *Storage and Retrieval* (STORET). Berdasarkan nilai WPI antar musim menunjukkan perairan RBL berada dalam status tercemar ringan (nilai WPI berkisar 1.31–4.41). Berdasarkan nilai WPI pada masing-masing stasiun dan bulan menunjukkan penurunan mutu perairan sampai mencapai status tercemar sedang pada Bulan Desember 2012 dan Maret 2013. Nilai WPI menggambarkan mutu air pada waktu tertentu (data tunggal atau sekali pengamatan) sehingga dapat melihat perubahan pada masing-masing

waktu dan menjadi informasi dasar dalam upaya perbaikan kualitas air di RBLL terutama pada saat tingkat pencemaran meningkat.

Berdasarkan indeks STORET, RBLL berada pada status tercemar sedang sampai berat (nilai STORET -20 sampai dengan -44). Nilai indeks STORET memberikan gambaran status mutu air pada masing-masing stasiun berdasarkan skoring terhadap data hasil pengamatan dari waktu ke waktu (*times series*) sehingga dapat menjadi peringatan dalam upaya pencegahan pencemaran di perairan RBLL.

Tingkat kesuburan perairan ditentukan menggunakan dua metode, yaitu *Trophic State Index* (TSI) dan *Trophic Level Index* (TLI). Berdasarkan kedua metode tersebut RBLL berada dalam tingkat kesuburan sangat tinggi (*hyper-eutrophic*) dengan kisaran nilai TSI 79-90 dan TLI 7.7-8.5. Tingginya tingkat kesuburan di RBLL diindikasikan dengan nilai “b” dari hubungan panjang berat ikan dan faktor kondisi dari 3 spesies ikan sampel yang menunjukkan ikan berada dalam kondisi gemuk.

Berdasarkan pola distribusinya, habitat utama ikan nilem adalah perairan sungai dan lebung Suak Buayo yang terkoneksi dengan sungai sepanjang tahun. Ikan tambakan dan ikan gabus dapat ditemukan pada hampir seluruh habitat, namun habitat utama kedua ikan ini adalah lebung. Pada saat air surut, kedua jenis ikan ini banyak ditemukan di kanal perkebunan kelapa sawit, hal ini diduga disebabkan area ini strategis sebagai habitat yang mudah dicapai pada saat air mendadak surut karena berada sepanjang lebak kumpai dan tetap berair cukup dalam meskipun pada musim kering.

Perubahan muka air yang tidak normal selama waktu penelitian juga mempengaruhi pola reproduksi ikan nilem, tambakan dan gabus. Hal ini terlihat dari tingkat kematangan gonad (TKG) dan indeks kematangan gonad ikan (IKG) yang menunjukkan ikan memijah pada musim banjir dan surut. Puncak musim pemijahan ikan diindikasikan dengan IKG tertinggi pada masing-masing ikan, yaitu ikan nilem jantan sebesar 6.24 % pada Bulan November 2013 dan ikan nilem betina sebesar 13.64 % pada Bulan Januari 2013; ikan tambakan jantan sebesar 3.35 % dan ikan tambakan betina sebesar 8.90 % pada Bulan Juni 2013; ikan gabus jantan sebesar 0.45 % pada Bulan Desember 2012 dan ikan gabus betina sebesar 12.38 % pada Bulan Januari 2013.

Strategi pengelolaan RBLL ditentukan berdasarkan karakteristik kualitas air, status mutu air, tingkat kesuburan, pola distribusi dan reproduksi ikan di RBLL, serta evaluasi mengenai sistem lelang lebak lebung. Strategi pengelolaan RBLL meliputi : kebijakan pemerintah dalam penataan kawasan, pengelolaan limbah antropogenik, perluasan dan atau penambahan kawasan konservasi sungai dan lebung, legalisasi kawasan konservasi, perbaikan habitat, penataan kearifan lokal sistem lelang lebak lebung dan perbaikan koordinasi kelembagaan.

Kata kunci: kualitas air, Lubuk Lampam, muka air, rawa banjiran

## SUMMARY

DADE JUBAEDAH. Floodplain River Management Based on Water Level Fluctuation Dynamics Analysis in Lubuk Lampam, South Sumatera. Supervised by M. MUKHLIS KAMAL, ISMUDI MUCHSIN and SIGID HARIYADI

Lubuk Lampam floodplain (LLFP) is one of unique ecosystem that has important ecological value as floodplain fishes habitat. Part of this region had been determined as fisheries reserve. It is important to keep the sustainability of the ecosystem as floodplain fish resources. The main problem in this area is water quality degradation that was caused by both, natural and anthropogenic substances.

This study has five main objectives that include the following : (1) to identify the water quality characteristics in Lubuk Lampam related to the water level fluctuation and anthropogenic substance especially from oil palm plantation activities that was develop in Lubuk Lampam area; (2) to determine water quality status and pollution level of the waters, related to the water level fluctuation (flooding periods) and pollutants from oil palm plantations and crude palm oil industry; (3) to determine trophic state of the floodplain river area; (4) to define distribution and reproduction pattern of three species of fishes in Lubuk Lampam i.e. nilem (*Osteochilus vittatus*), tambakan (*Helostoma temminckii*), and gabus (*Channa striata*); (5) to define effective strategy of floodplain management.

Sampling campaign was conducted for one year from December 2012 to November 2013. Sampling sites are determined as follows: 1) upper channel of river Lempuing namely Kapak Hulu, 2) flooded grassland 1, 3) natural floodplain pools namely Suak Buayo, 4) man made floodplain pools namely Lebung Proyek, 5) river channel from oil palm plantation, 6) flooded grassland 2, and 7) downstream of river Lempuing namely Lempuing Hilir.

The results of this study showed that water level fluctuation is affected by rainfall in cathment area of the Lempuing river. The rainfall was occurred throughout the year causing lebak kumpai area still wet eventhough in the dry season, but still can be made seasonal pattern in this year, i.e. flood season 1 (December 2012-April 2013), dry season (May 2013 – August 2013), and flood season 2 (September 2013-November 2013).

The general water quality characteristics of Lubuk Lampam floodplain were acid waters (pH 4.66–5.40), low dissolved oxygen ( $1.30\text{--}3.89\text{ mgL}^{-1}$ ), turbid ( $18.32\text{--}29.84\text{ NTU}$ ), high total nitrogen ( $41.02\text{--}60.83\text{ mgL}^{-1}$ ) and total phosphorus concentrations ( $1.89\text{--}5.72\text{ mgL}^{-1}$ ). Herbicide paraquat and glyphosate, found in study area with low concentration (mean values  $0.004\text{ mgL}^{-1}$  and  $0.003\text{ mgL}^{-1}$ , respectively). Hence, based on Risk Quotient (RQ), most of the ecobiological risk of two kinds of herbicides were low ( $<0.01$ ).

Water quality status is determined using two methods based on Ministry of Environmental regulation No. 115 (2003), i.e. water pollution index (WPI) and STORET index. The results indicated that based on seasonal WPI value, showed that LLFP is lightly polluted at flood season 1 (WPI value 3.25-4.41), dry season (1.87-3.61) and flood season 2 (1.31-4.06). However, based on monthly WPI values, showed degradation of water quality reach out moderatelly polluted in December 2012 and March 2013. The WPI value describe the water quality status for single observation, therefore we can find out change of water quality status from

many observation times, therefore it can be used as basic information to determine rehabilitation efforts of water quality pollution. Meanwhile, based on STORET index, LLFP is moderately to highly polluted at floodseason 1 (STORET value -30 to -42), and dry season (STORET value -22 to -34), and moderately polluted at flood season 2 (STORET value -20 to -30). The STORET value describe the water quality status from time series data, therefore it can be used as early warning to prevent water pollution.

The trophic status of Lubuk Lapam floodplain based on the two methods i.e. Trophic State Index (TSI) and Trophic Level Index (TLI) were hypereutrophic (range value of TSI is 79-90 and TLI 7.7-8.5). This trophic status was supported by most of the "b" value from total length and weight relationship of 3 species of fishes i.e. nilem (*Osteochilus vittatus*), tambakan (*Helostoma temminckii*) and gabus (*Channa striata*) were more than 3 and condition factors of fishes condition factors showed that three species of fishes were fat. Based on distribution pattern of fishes showed that main habitat of *O. vittatus* is Lempuing river and Suak Buayo floodplain that is always connected to the main river. This species tend to migrate to avoid unsuitable water quality. Meanwhile, *H. temminckii* and *C. striata* found in most of Lubuk Lampam area mainly at lebung Proyek and survive because they have additional respiratory organs (labyrinth and diverticula, respectively) to overcome low dissolved oxygen in this area. These two fish species, found in river channel from oil palm plantation mainly in the dry season. This is because the area easy to reach whenever the water level drop and still inundated in the dry season.

The unusual water level fluctuation gave an effect to reproduction pattern of fish samples. The results showed that spawning process found in flood season and dry season indicated by gonadic maturity stage IV. The seasonal spawning peak indicated by highest value of Gonado Somatic Index (GSI) of fishes, i.e. nilem was 6.24 % on November 2013 for male and 13.64 % on January 2013 for female; tambakan 3.35 % on June 2013 for male and 8.90% on June 2013 for female; gabus 0.45 % on December 2012 for male and 12.38 on January 2013 for female.

Management strategic of RBLL was determined based on water quality characteristics, water quality status, trophic state, pattern of distribution and reproduction of three species of fishes, and evaluation of floodplain pool auction. The managements strategic of LLFP i.e. government policy for land use regulation, anthropogenic waste management, enhance, enlarge and legalization of conservation area, habitat rehabilitation, evaluation of floodplain pool auction and improvement of institutional coordination.

Keywords: floodplain rivers, Lubuk Lampam, water level, water quality

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2015  
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

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

**PENGELOLAAN RAWA BANJIRAN BERBASIS ANALISIS  
DINAMIKA FLUKTUASI MUKA AIR DI LUBUK LAMPAM,  
SUMATERA SELATAN**

**DADE JUBAEDAH**

Disertasi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor  
pada  
Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2015**

Penguji pada Ujian Tertutup: Prof Dr Hilda Zulkifli, MSi DEA  
Dr Ir Enan M. Adiwilaga

Penguji pada Ujian Terbuka: Prof Dr Hilda Zulkifli, MSi DEA  
Dr Ir Enan M. Adiwilaga

Judul Disertasi : Pengelolaan Rawa Banjiran Berbasis Analisis Dinamika  
Fluktuasi Muka Air di Lubuk Lampam, Sumatera Selatan  
Nama : Dade Jubaedah  
NIM : C261110011

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

Dr M Mukhlis Kamal, MSc  
Ketua

Prof Dr Ir Ismudi Muchsin  
Anggota

Dr Ir Sigrid Hariyadi, MSc  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Pengelolaan Sumber Daya Perairan

Dr Ir Sigrid Hariyadi, MSc



Sekolah Pascasarjana

Dr Ir Danrul Syah, MScAgr

Tanggal Ujian: 15 Juni 2015

Tanggal Lulus: 22 JUN 2015

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013 ini ialah lingkungan perairan, dengan judul Pengelolaan Rawa Banjiran Berbasis Analisis Dinamika Fluktuasi Muka air di Lubuk Lampam, Sumatera Selatan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Dr Ir M. Mukhlis Kamal, MSc, Bapak Prof Dr Ir Ismudi Muchsin, dan Bapak Dr Ir Sigid Hariyadi, MSc selaku pembimbing yang telah banyak memberikan saran dan masukan. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Prof Dr Hilda Zulkifli, MSi DEA selaku penguji luar komisi pada ujian tertutup dan terbuka penulis dan Bapak Dr Ir Enan M. Adiwilaga selaku penguji ujian prelim, penguji luar komisi pada ujian tertutup serta komisi promosi pada ujian terbuka penulis, Ibu Dr Triwiji Nurani selaku wakil Dekan Bidang Akademik FPIK IPB, Bapak Prof Dr Ridwan Affandi, atas saran dan masukannya dalam ujian tertutup penulis, Dr Isdrajat Setyobudiandi selaku penguji pada prelim penulis dan Dr Fredinan Yulianda atas saran dan masukannya pada pelaksanaan kolokium penulis.

Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Direktorat Jenderal Dikti, civitas akademika Universitas Sriwijaya, Dekan sekolah pascasarjana IPB, Ketua Departemen MSP, FPIK IPB, dan Ketua Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan Sekolah Pascasarjana IPB. Penghargaan penulis sampaikan juga kepada seluruh laboratorium yang telah membantu pelaksanaan penelitian, terima kasih kepada Kepala Laboratorium di lingkungan Universitas Sriwijaya (Kepala Laboratorium Dasar Perikanan, Kepala Laboratorium Budidaya Perairan, Kepala Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah), Kepala Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Departemen MSP, FPIK, IPB, Kepala Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum (BP3U) Mariana, Kepala Laboratorium Balai Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi Sumatera Selatan, dan Kepala Laboratorium Residu Agrokimia Balai Penelitian Lingkungan, Laladon, Bogor.

Terima kasih penulis sampaikan Bapak Eko Prianto atas kerjasamanya. Terima kasih kepada Bapak Mersi dan Bapak Royo, Bapak Romie Jhonnerie, Ibu Ani Suryanti, Ibu Marini Wijayanti dan Wulandari atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan disertasi ini. Terima kasih buat rekan SDP 2011 atas kebersamaan dan kekeluargaannya. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada orang tua penulis Ayahanda H. Opang Sofwan dan Ibunda Hj. Oom Komariah, ayah dan ibu mertua penulis Ayahanda Nazaruddin Toesry (Alm.) dan Ibunda Nurtilla, suami penulis Yulisman, ananda Muzakki Kaisal Azki, serta seluruh keluarga, kerabat, dan sahabat atas do'a dan dukungannya. Dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf atas kesalahan maupun kekurangan baik selama pelaksanaan maupun penyusunan disertasi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Juni 2015

*Dade Jubaedah*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1 PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	3
Tujuan Penelitian	4
Manfaat Penelitian	5
Hipotesis	5
Ruang Lingkup Penelitian	6
Kebaruan	7
2 FLUKTUASI MUKA AIR, KARAKTERISTIK KUALITAS AIR DAN ESTIMASI RISIKO EKOBIOLOGIS HERBISIDA	8
Pendahuluan	8
Bahan dan Metode	8
Hasil dan Pembahasan	11
Ketinggian Muka Air dan Perubahan Luasan Genangan	11
Karakteristik Kualitas Air	16
Risiko Ekobiologis Herbisida Parakuat dan Glyphosat	21
Kesimpulan	24
3 STATUS MUTU AIR RAWA BANJIRAN LUBUK LAMPAM	25
Pendahuluan	25
Bahan dan Metode	26
Hasil dan Pembahasan	29
Status Mutu Air Berdasarkan nilai WPI	29
Status Mutu Air Berdasarkan indeks STORET	34
Kesimpulan	36
4 TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN DAN KONDISI BIOLOGIS IKAN DI RAWA BANJIRAN LUBUK LAMPAM	38
Pendahuluan	38
Bahan dan Metode	39
Hasil dan Pembahasan	41
Rasio Total Nitrogen (TN) dan Total Fosfor (TP)	41
Tingkat Kesuburan Perairan	43
Kesimpulan	51
5 POLA DISTRIBUSI DAN REPRODUKSI IKAN DI RAWA BANJIRAN LUBUK LAMPAM	52
Pendahuluan	52
Bahan dan Metode	54
Hasil dan Pembahasan	55
Pola Distribusi Ikan Nilem, Tambakan dan Gabus	55
Pola Reproduksi Ikan Nilem, Tambakan dan Gabus	64
Kesimpulan	72

6	PEMBAHASAN UMUM	73
	Dampak Fluktuasi Muka Air Terhadap Kualitas Air, Distribusi dan Reproduksi Ikan	73
	Strategi Pengelolaan Rawa Banjiran Lubuk Lampam	76
7	KESIMPULAN	88
8	SARAN	89
	DAFTAR PUSTAKA	90
	LAMPIRAN	105
	RIWAYAT HIDUP	118

### DAFTAR TABEL

1	Perbedaan waktu periode genangan	12
2	Statistik deskriptif data musiman parameter kualitas air	17
3	Nilai baku mutu paraquat dan glyfosat	23
4	Nilai LC <sub>50</sub> 96 dari paraquat dan glyfosat terhadap beberapa jenis ikan	23
5	Risiko ekobiologis ( <i>Risk Quotient</i> , RQ) herbisida paraquat dan glyfosat pada beberapa jenis ikan	24
6	Klasifikasi status mutu perairan berdasarkan nilai WPI	28
7	Skor nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku	28
8	Klasifikasi status mutu perairan berdasarkan nilai STORET	28
9	Jumlah dan persentase jumlah stasiun berdasarkan klasifikasi kelas mutu air berdasarkan nilai WPI	32
10	Kelebihan dan kekurangan metode WPI dan STORET	36
11	Klasifikasi nilai TSI dan TLI	40
12	Rasio TN dan TP (TN/TP) pada masing-masing stasiun antar musim	42
13	Rataan konsentrasi TN, TP, nitrit, nitrat dan ortofosfat	42
14	Faktor kondisi ikan nilem, tambakan dan gabus	49
15	Perbedaan habitat dan sub habitat di RBLL	73
16	Pola distribusi ikan nilem, tambakan dan gabus di RBLL	75
17	Hasil analisis laboratorium limbah cair pabrik kelapa sawit PT Kertajaya	82
18	Gambaran kondisi kawasan konservasi atau suaka perikanan di RBLL	84

### DAFTAR GAMBAR

1	Skema perumusan masalah	5
2	Ruang lingkup penelitian	6
3	Lokasi penelitian di area rawa banjiran Lubuk Lampam	9
4	Ketinggian muka air di area RBLL	11
5	Fluktuasi muka air di RBLL Bulan Maret 2012 sampai dengan September 2012	12

6	Rataan bulanan fluktuasi muka air di RBLL selama tahun 1989 sampai dengan 1999	12
7	Profil kedalaman air di area RBLL (Bulan Desember 2012, Februari 2013, Mei 2013, Juli 2013, Agustus 2013 dan November 2013)	14
8	Perbedaan luas area tergenang pada Bulan Februari 2013 (1 073.6 ha) dan Juni 2013 (886.1 ha)	15
9	Hubungan antara rata-rata curah hujan (mm) dan rata-rata ketinggian muka air (m) di RBLL	15
10	Curah hujan rata-rata di Lubuk Lampam tahun 2011 sampai dengan 2013	16
11	Pola hubungan antara ketinggian muka air pada saat pengamatan dengan rata-rata kekeruhan dari seluruh stasiun pengamatan	17
12	Fluktuasi muka air mingguan selama musim surut (Bulan Mei sampai dengan Agustus 2013)	18
13	Variasi kesamaan karakteristik kualitas air antar stasiun pada setiap musim	20
14	Konsentrasi herbisida paraquat (A) dan glyfosat (B) pada masing-masing stasiun dan antar dua periode muka air (tertinggi dan terendah)	22
15	Status mutu air berdasarkan metode WPI pada musim banjir 1, musim surut dan musim banjir 2	30
16	Status mutu air berdasarkan nilai WPI dan fluktuasi muka air pada masing-masing stasiun selama satu tahun pengamatan	31
17	Konsentrasi nitrit pada masing-masing stasiun	33
18	Konsentrasi nitrit, DO dan nitrat pada Bulan Maret 2013	34
19	Konsentrasi minyak dan lemak pada masing-masing stasiun	34
20	Status mutu air berdasarkan metode STORET pada (A) musim banjir dan musim surut; (B) musim banjir 1, musim surut dan musim banjir 2	35
21	Tingkat kesuburan RBLL berdasarkan nilai TSI pada masing-masing stasiun dan musim	44
22	Tingkat kesuburan perairan RBLL berdasarkan nilai TLI pada masing-masing stasiun dan musim	45
23	Nilai "b" dari hubungan panjang dan berat ikan nilem	47
24	Nilai "b" dari hubungan panjang dan berat ikan tambakan	47
25	Nilai "b" dari hubungan panjang dan berat ikan gabus	48
26	Nilai IKG ikan nilem pada masing-masing stasiun dan musim	50
27	Nilai IKG ikan tambakan pada masing-masing stasiun dan musim	50
28	Nilai IKG ikan gabus pada masing-masing stasiun dan musim	51
29	Frekuensi keterdapatan ikan nilem pada masing-masing stasiun	56
30	Frekuensi kelas ukuran panjang total ikan nilem	57
31	Distribusi frekuensi jumlah ikan nilem stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama waktu pengamatan	58
32	Frekuensi keterdapatan ikan tambakan pada masing-masing stasiun	59
33	Frekuensi kelas ukuran panjang total ikan tambakan	60
34	Distribusi frekuensi jumlah ikan tambakan stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama waktu pengamatan	61
35	Frekuensi keterdapatan ikan gabus pada masing-masing stasiun	62
36	Frekuensi kelas ukuran panjang total ikan gabus	63

37	Distribusi frekuensi jumlah ikan gabus stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama waktu pengamatan	64
38	Persentase TKG I, IV dan V ikan nilem jantan dan betina	65
39	IKG ikan nilem jantan dan betina pada TKG IV	66
40	Fekunditas ikan nilem TKG IV dan ketinggian muka air pada waktu pengambilan sampel ikan	66
41	Diameter telur ikan nilem pada TKG IV	67
42	Persentase TKG ikan tambakan jantan dan betina pada TKG IV	68
43	IKG ikan tambakan jantan dan betina pada TKG IV	68
44	Fekunditas ikan tambakan TKG IV dan ketinggian muka air pada waktu pengambilan sampel ikan	69
45	Diameter telur ikan tambakan TKG IV	69
46	Persentase TKG I dan IV ikan gabus jantan dan betina	70
47	IKG ikan gabus jantan dan betina pada TKG IV	70
48	Fekunditas ikan gabus TKG IV dan ketinggian muka air pada waktu pengambilan sampel ikan	71
49	Diameter telur ikan gabus TKG IV	71
50	Diagram alir pengolahan limbah industri kelapa sawit	81
51	Struktur organisasi pengelolaan RBLL	87

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1	Parameter kualitas air yang diamati serta alat atau metode pengukurannya	105
2	Nilai rata-rata kualitas air antar stasiun dan antar musim	106
3	Nilai baku mutu dan rataan, maksimal, minimal kualitas air antar stasiun antar musim	108
4	Konsentrasi klorofil-a pada masing-masing stasiun dan musim	112
5	Hasil analisis uji t terhadap nilai "b"	113
6	Faktor kondisi ikan nilem, tambakan dan gabus	116
7	Jumlah ikan sampel (n) dengan TKG IV pada masing-masing stasiun	117

## DAFTAR ISTILAH

ANZECC	: <i>Australian and New Zealand Environment &amp; Conservation Council</i> , merupakan dewan konservasi dan lingkungan yang bertugas membuat panduan kualitas air untuk perairan tawar dan laut di Australia dan Selandia Baru
APHA	: <i>American Public Health Association</i> , asosiasi kesehatan masyarakat di Amerika, dengan fokus pada isu dan kebijakan terkait kesehatan masyarakat berbasis ilmu pengetahuan
BBC	: <i>British Broadcasting Corporation</i> , merupakan stasiun televisi dan radio Britania Raya
BMKG	: Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Lembaga Pemerintah Non Departemen (LPND) melaksanakan tugas di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara dan geofisika sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku
BOD	: <i>Biological Oxygen Demand</i> , banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik
BP3U	: Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum, merupakan Unit Pelaksana Teknis Kementerian Kelautan dan Perikanan dibidang penelitian perikanan perairan umum daratan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Kepala Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan
Chl-a	: Klorofil-a, klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik.
COD	: <i>Chemical Oxygen Demand</i> , jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik yang terdapat di perairan menjadi CO <sub>2</sub> dan H <sub>2</sub> O
CPO	: <i>Crude Palm Oil</i> , adalah minyak kelapa sawit mentah yang berwarna kemerah-merahan, diperoleh dari hasil ekstraksi atau dari proses pengempaan daging buah kelapa sawit
CPRs	: <i>Common Property Resources Regimes</i> , sistem pengelolaan sumber daya yang mengharuskan seluruh pihak bertanggungjawab dalam menjaga keberlanjutan sumber daya dan habitatnya
DAS	: Daerah Aliran Sungai, yaitu hamparan wilayah atau kawasan yang dibatasi oleh pembatas topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkannya melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (outlet)
DO	: <i>Dissolved Oxygen</i> , menunjukkan jumlah oksigen (O <sub>2</sub> ) yang tersedia dalam suatu badan air

GSI	: <i>Gonado Somatic Index</i> , indeks kematangan gonad (IKG) merupakan perbandingan antara bobot gonad dengan bobot tubuh
ICEM	: <i>International Center for Environmental Management</i> , pusat kepentingan publik yang bersifat independen, membantu pemerintah, swasta dan masyarakat dalam mendefinisikan dan melaksanakan kebijakan untuk pembangunan berkelanjutan secara ekologis
IOD	: <i>Indian Ocean Dipole</i> , gejala penyimpangan cuaca yang dihasilkan oleh interaksi antara permukaan samudera dan atmosfer di Samudera Hindia bagian timur (Indonesia) dan Samudera Hindia bagian barat (India) yang disebabkan karena ada perbedaan suhu permukaan laut di Samudera Hindia
LANDSAT TM	: <i>Land Satellite Thematic Mapper</i> , satelit dalam program observasi bumi membawa sensor-sensor pencitra yang dinamakan <i>Thematic Mapper (TM)</i>
LC <sub>50</sub> 96 jam	: <i>Lethal Concentration</i> , konsentrasi yang menyebabkan kematian sebanyak 50% dari organisme uji yang dapat diestimasi dengan grafik dan perhitungan, pada suatu waktu pengamatan tertentu yaitu 96 jam
LDCM	: <i>The Landsat Data Continuity Mission</i> , atau Landsat 8 merupakan satelit dari program Landsat yang mengimplementasikan misi kontinuitas data Landsat yang dilengkapi dua sensor yaitu <i>Sensor Operational Land Manager (OLI)</i> yang terdiri dari 9 band serta <i>Sensor Thermal InfraRed Sensors (TIRS)</i> yang terdiri dari 2 band
NDWI	: <i>Normalized Difference Water Index</i> , indeks yang didesain untuk memaksimalkan reflektansi air menggunakan panjang gelombang hijau dan meminimalisir reflektansi rendah NIR ( <i>near infrared</i> ) oleh corak air sehingga corak air memiliki nilai positif dan lebih jelas, sedangkan vegetasi dan tanah menjadi nol atau bernilai negatif
NTU	: <i>Nephelometric Turbidity Unit</i> , satuan dalam pengukuran kekeruhan perairan
NSW EPA	: <i>New South Wales Environmental Protection Authority</i> , otoritas hukum dengan dewan pemerintahan independen di Australia yang memberikan informasi tentang peraturan lingkungan dan perlindungan dikelola oleh EPA.
OKI	: Kabupaten Ogan Komering Ilir, salah satu kabupaten di propinsi Sumatera Selatan
POME	: <i>Palm Oil Mill Effluent</i> , limbah cair dari minyak sawit mentah
RQ	: <i>Risk Quotient</i> , salah satu metode yang digunakan untuk menilai risiko ekobiologis suatu bahan pencemar, atau pendekatan kuantitatif dalam menduga tingkat risiko dari suatu bahan pencemar terhadap makhluk hidup

- STORET : *Storage and Retrieval*, salah satu indeks yang digunakan dalam penentuan status mutu air yang diperoleh dengan membandingkan antara data kualitas air dengan baku mutu yang disesuaikan dengan peruntukannya, dengan memberikan skor
- TKG : Tingkat Kematangan Gonad, merupakan tahapan perkembangan gonad menurut perkembangan telur di dalam ovaria dan spermatozoa di dalam testes
- TLI : *Trophic Level Index*, salah satu metode penentuan tingkat kesuburan perairan menggunakan parameter klorofil-a, kedalaman secchi, total fosfor dan total nitrogen
- TSI : *Trophic State Index*, salah satu metode penentuan tingkat kesuburan perairan menggunakan parameter klorofil-a, kedalaman secchi, dan total fosfor
- WPI : *Water Pollution Index*, indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan, digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan



# 1 PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Perairan rawa banjiran merupakan habitat yang memiliki heterogenitas, produktivitas dan biodiversitas yang tinggi. Perairan rawa banjiran memiliki siklus hidrologis berupa perubahan periode tergenang dan kering yang merupakan faktor kunci dalam perubahan karakteristik limnologi, pola siklus nutrien, struktur komunitas, dan fungsi dari rawa banjiran. Periode genangan ini dipengaruhi oleh siklus hidrologi terutama curah hujan dan masa simpan air melalui resapan di sepanjang daerah tangkapan air sungai utama rawa banjiran.

Perairan rawa banjiran Lubuk Lampam (RBLL) merupakan salah satu rawa banjiran dengan luas sekitar 1 200 hektar, yang terdapat pada bagian hilir dari sungai Lempuing (anak sungai Komerling). Kawasan ini terletak sekitar 25 km ke arah tenggara dari Kota Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) Sumatera Selatan. Rawa banjiran Lubuk Lampam pada awalnya merupakan salah satu kawasan objek lelang lebak lebung. Sistem lelang lebak lebung ini merupakan kearifan lokal masyarakat yang sudah dikenal sejak pemerintahan marga tahun 1630 selama masa pemerintahan kerajaan Palembang Darussalam. Lelang lebak lebung merupakan bentuk perizinan untuk menangkap ikan di suatu perairan dengan cara melelang perairan. Tujuan utama dari lelang lebak lebung yaitu untuk meredam konflik perebutan perairan dan pemasukan keuangan kas pemerintah daerah. Sistem ini memberikan hak kepada satu atau sekelompok orang yang disebut “pengemin” untuk mengelola dan “menguasai” satu badan air selama 1 tahun dan diberi tanggung jawab untuk merawat dan mengawasi semua kegiatan di dalam badan air tersebut termasuk memanfaatkan sumber daya ikan dan biota perairan lainnya. Sistem lelang ini berhasil mengatur nelayan yang akan menangkap ikan di suatu perairan yang batasnya telah ditentukan dan juga meningkatkan pemasukan bagi pemerintah daerah. Pembatasan waktu 1 tahun menyebabkan pengemin berusaha mendapatkan hasil yang banyak dalam waktu singkat sehingga dalam beberapa kasus terjadi pengoperasian alat tangkap yang dapat membahayakan kelestarian sumber daya ikan. Dengan demikian, dampak negatif dari lelang lebak lebung adalah menonjolnya unsur penguasaan dibanding pengelolaan sehingga perairan umum tidak lagi bersifat umum tapi menjadi milik satu atau sekelompok orang, yang akhirnya juga menimbulkan konflik sosial dalam masyarakat yang berada di sekitar badan air serta eksploitasi sumber daya ikan dengan penangkapan yang berlebih.

Berdasarkan penelitian di perairan Lubuk Lampam telah menunjukkan bahwa kegiatan penangkapan sudah lebih tangkap terutama untuk jenis ikan yang berukuran besar, bahkan beberapa jenis ikan sudah mengalami kelangkaan bahkan tidak lagi ditemukan di RBLL antara lain ikan timah-timah, lemajang, mok mok, botia, tapa dan arwana (Utomo *et al.* 1992; Hoggrath & Utomo 1994; Utomo *et al.* 2003; Makmur 2008). Untuk mengatasi hal tersebut, kawasan Lubuk Lampam selanjutnya menjadi stasiun penelitian Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum (BP3U) dan dalam perkembangan selanjutnya BP3U menetapkan beberapa kawasan di Lubuk Lampam sebagai suaka perikanan atau kawasan konservasi perairan antara lain suaka perikanan tipe lebung yaitu Suak Buayo dan lebung

Proyek yang masing-masing luasnya 0.4 ha dan 0.12 ha, serta suaka perikanan tipe sungai yaitu Kapak Hulu sepanjang 1.4 km dengan lebar sekitar 30 m atau sekitar 4.2 ha (Asyari *et al.* 2002). Selanjutnya, pemerintah menetapkan kawasan konservasi lebung Suak Buayo berdasarkan peraturan Bupati OKI nomor 347 tahun 2007.

Fluktuasi muka air secara alami mempengaruhi periode tergenang dan kering di perairan rawa banjiran, termasuk di Lubuk Lampam. Fluktuasi muka air ini menyebabkan Lubuk Lampam memiliki 4 kategori habitat (Samuel 2008a), yaitu : 1) talang, merupakan lahan darat atau lahan kering yang tidak pernah kebanjiran; 2) rawang merupakan hutan rawa yang hanya akan tergenang pada saat muka air tertinggi. Area ini memiliki karakteristik didominasi pohon-pohon dengan ketinggian 2-6 m. Utomo dan Asyari (1999) mengklasifikasikan habitat hutan rawa berdasarkan vegetasi penting yaitu putat (*Barringtonia acutangula*), mentangis (*Oxora mentangis*), menyawai (*Elacocarpus submonoceras*), melayak (*Croton* spp.); 3) lebak kumpai merupakan padang rumput rawa yang didominasi jenis kumpai yang akan tergenang pada saat muka air meningkat. Habitat lebak kumpai memiliki tipe sub habitat berbentuk cekungan yang dalam dan berair sepanjang tahun disebut lebung. Lebung merupakan sub habitat penting pada tipe perairan paparan rawa banjiran sebagai tempat perlindungan dan penyelamatan ikan-ikan ekonomis penting tertentu seperti gabus dan tambakan pada saat datangnya musim kemarau; dan 4) habitat sungai Lempuing yang mengalir sepanjang tahun di sepanjang Lubuk Lampam. Habitat sungai terutama merupakan habitat bagi jenis-jenis ikan ekonomis seperti nilam atau palau. Berdasarkan kategori habitat tersebut, menurut Samuel (2008a), RBLL memiliki distribusi luasan dan *altitude* (ketinggian di atas permukaan laut) yaitu : rawang (luas 213 ha, *altitude* 7 m), lebak kumpai (luas 965 ha, *altitude* 6 m), sungai (luas 18 ha, *altitude* 5 m) dan lebung (luas 4 ha, *altitude* 5 m).

Tantangan yang dihadapi dalam menjaga keseimbangan ekosistem RBLL adalah perubahan tata guna lahan di area RBLL (Husnah 2008). Berdasarkan peta tata guna lahan dengan menggunakan Citra Landsat *Thematic Mapper* (TM) yang diolah dengan *software Arcview* 3.2, menunjukkan tata guna lahan di daerah tangkapan air sungai Lempuing, antara lain pemukiman, pertanian serta perkebunan rakyat. Bagian daratan area Lubuk Lampam terdapat perkebunan kelapa sawit serta industri minyak sawit mentah atau CPO (*Crude Palm Oil*). Menurut de Jonge *et al.* (1999), perubahan tata guna lahan di area rawa banjiran sangat berpengaruh terhadap keberadaan kontaminan di area ini. Menurut Bloxom (2009), perkembangan industri biomassa kelapa sawit dan biodiesel berkontribusi terhadap pencemaran perairan terutama bahan pencemar dari proses pengolahannya. Sejak sekitar tahun 2005, area RBLL telah dikembangkan untuk konversi dari lahan banjiran alami menjadi area pertanian dan perkebunan terutama perkebunan kelapa sawit. Hasil pengamatan Husnah (2008), pada bulan Mei 2008 di sepanjang sungai Lempuing dan rawa banjiran di sekitarnya telah didominasi perkebunan kelapa sawit. Berdasarkan hasil pengamatan dengan citra *Worldview-2* terlihat bahwa pada tahun 2013, total area Lubuk Lampam sekitar 1 200 ha, terdiri atas lebak kumpai 927.3 ha, lebung 0.8 ha, rawang 128.2 ha, sungai 19.5 ha dan perkebunan kelapa sawit 74.3 ha.

Tantangan lain yang dihadapi adalah dampak perubahan iklim seperti fenomena El Nino, La Nina maupun *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap

perubahan curah hujan menyebabkan adanya perubahan fluktuasi muka air di RBLL sehingga terjadi perubahan periode penggenangan di RBLL. Fenomena El Nino dan IOD positif menyebabkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia berkurang, sedangkan La Nina dan IOD negatif menyebabkan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia bertambah (As-Syakur 2011). Fenomena La Nina terjadi setiap tiga hingga tujuh tahun sekali dan dapat berlangsung 12 hingga 36 bulan. Menurut Irawan (2006), frekuensi kejadian El Nino dan La Nina cenderung meningkat dengan durasi yang semakin panjang. Peristiwa La Nina sebelum tahun 2012-2013 terjadi pada tahun 2010 (BBC 2010), sedangkan El Nino dengan intensitas yang kuat terakhir terjadi pada tahun 1997-1998 (Supari 2010).

Perubahan periode tergenang dan kering di RBLL mempengaruhi intensitas peningkatan tekanan lingkungan berupa limbah antropogenik di perairan rawa banjiran sehingga dapat menurunkan status mutu dan kesuburan perairan (Welcomme 1979; Arantes *et al.* 2011). Tekanan lingkungan yang terjadi di RBLL berdampak terhadap biota yang hidup di area tersebut. Ikan khas rawa banjiran menggunakan paparan rawa banjiran terutama sebagai area pemijahan dan pengasuhan (Burgess *et al.* 2012). Hal ini juga sangat terkait dengan pola pergerakan atau distribusi ikan di kawasan rawa banjiran sebagai suatu strategi reproduksi maupun adaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan.

Kawasan RBLL merupakan bagian dari rawa banjiran yang terdapat sepanjang sungai Lempuing. Hampir seluruh rawa banjiran tersebut dikelola berdasarkan sistem lelang lebak lebung. Sistem ini telah diatur berdasarkan PERDA Sumatera Selatan No. 6 tahun 1978 dan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Sumatera Selatan No. 705/KPTS/II/82. Peraturan pemerintah terkait lelang lebak lebung ini mengalami banyak perubahan. Peraturan terbaru yang sampai saat ini masih berlaku adalah Peraturan Daerah Ogan Komering Ilir (PEMDA OKI), No. 12 tahun 2010. Eksploitasi penangkapan yang merupakan dampak negatif dari perubahan paradigma lelang lebak lebung menyebabkan kawasan RBLL sebagai kawasan konservasi tidak hanya menyangga ekosistem internal Lubuk Lampam, namun juga ekosistem rawa banjiran di sekitarnya. Tekanan perubahan ekobiologis yang diterima Lubuk Lampam sebagai akibat dari adanya perubahan genangan dan limbah antropogenik juga akan mempengaruhi keseluruhan kawasan banjiran di sekitarnya. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan strategi pengelolaan yang tepat, sehingga ekosistem rawa banjiran dapat terus lestari baik dari aspek lingkungan maupun biota terutama ikan yang ada di dalamnya dan dapat memberikan manfaat ekonomis. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi model bagi pengelolaan rawa banjiran yang ada di Indoensia terutama di Sumatera dan Kalimantan.

### **Perumusan Masalah**

Perairan Lubuk Lampam terindikasi mengalami permasalahan yang disebabkan faktor alami maupun antropogenik. Disamping itu, kearifan lokal pengelolaan rawa banjiran di sekitar RBLL yaitu sistem lelang lebak lebung yang dalam pelaksanaannya lebih mengarah pada penguasaan lahan yang menyebabkan eksploitasi penangkapan ikan yang berlebih.

Faktor alami disebabkan adanya perubahan iklim sehingga curah hujan menjadi tidak menentu dan berakibat pada fluktuasi muka air sungai Lempuing. Fluktuasi muka air sungai ini menyebabkan adanya pergeseran periode genangan dan ketinggian genangan yang ditunjukkan oleh perubahan ketinggian muka air dan luasan genangan di RBLL.

Alih fungsi lahan yang terjadi baik di kawasan Lubuk Lampam untuk perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya, maupun sepanjang daerah tangkapan air RBLL menyebabkan berkurangnya resapan air. Berdasarkan peta tata guna lahan dengan menggunakan Citra Landsat TM yang diolah dengan *software Arcview 3.2*, menunjukkan tata guna lahan di daerah tangkapan air sungai Lempuing, antara lain pemukiman, pertanian serta perkebunan rakyat. Dengan demikian, perairan Lubuk Lampam menerima beban masukan antropogenik berupa : 1) limpasan (*run off*) pestisida, pupuk dan bahan kimia pertanian lainnya yang berasal dari aktivitas perkebunan, 2) buangan limbah cair industri CPO, 3) beban masukan antropogenik sepanjang daerah tangkapan air bagian hulu sungai Lempuing.

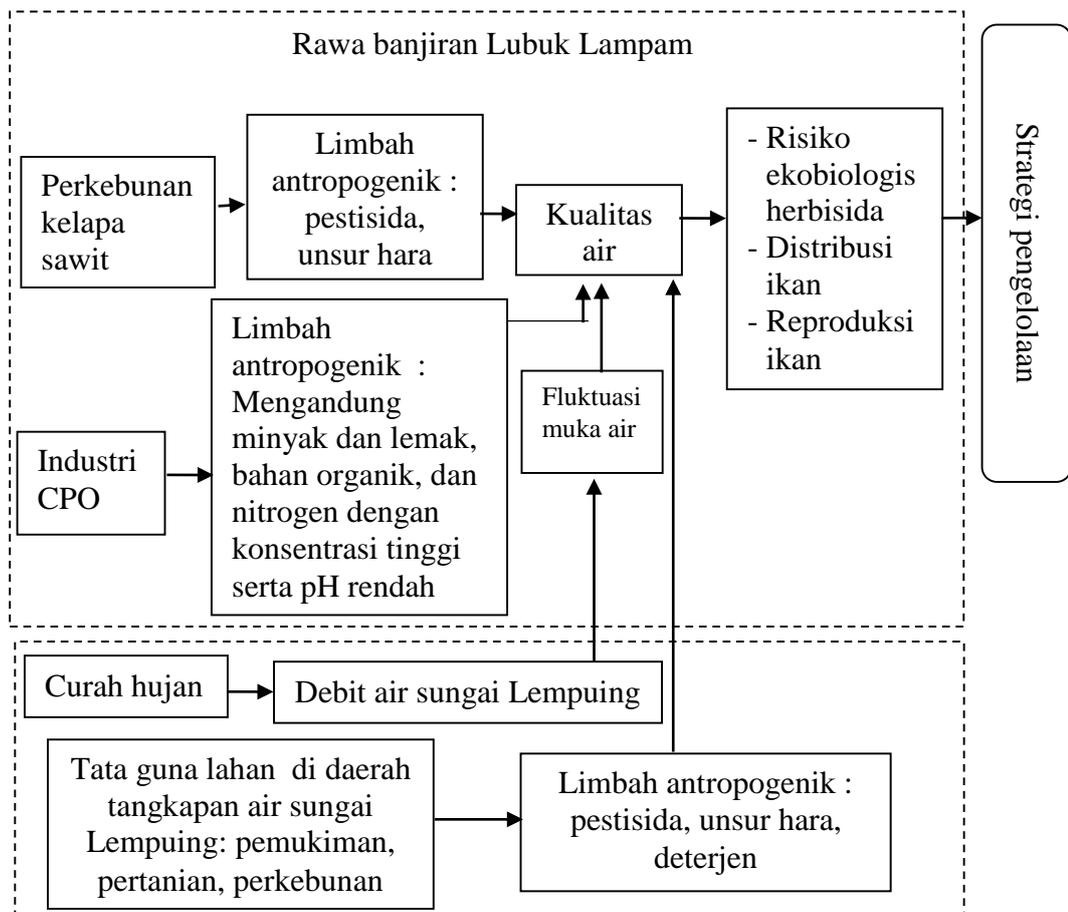
Berbagai sumber penyebab itu diduga menimbulkan risiko ekobiologis yang berbeda pada tipe habitat yang ada di perairan RBLL (lebak kumpai, lebung, dan sungai). Hal ini disebabkan setiap habitat memiliki karakteristik waktu tergenang yang berbeda sehingga mempunyai dinamika kualitas air dan produktivitas yang berbeda pula. Berdasarkan kondisi tersebut, maka upaya untuk mengatasi persoalan pengelolaan perairan RBLL didasarkan pada : 1) Gambaran fluktuasi muka air dan luasan habitat pada berbagai tipe habitat di RBLL; 2) Pengukuran kualitas air dan limbah antropogenik di perairan RBLL berupa deterjen, pestisida, unsur hara dari proses pemupukan, minyak dan lemak; 3) Penentuan tingkat pencemaran dan kesuburan perairan RBLL dengan menggunakan formula yang berdasarkan pada indikator parameter kunci baik fisika, kimia maupun biologi berdasarkan pada kondisi fluktuasi muka air di berbagai habitat rawa banjiran Lubuk Lampam; 4) Gambaran perubahan pola distribusi dan reproduksi ikan di RBLL

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar untuk menentukan upaya pengelolaan rawa banjiran Lubuk Lampam yang juga dapat menjadi model yang dapat dikembangkan untuk perairan rawa banjiran lainnya yang banyak terdapat di Sumatera dan Kalimantan. Secara skematis, perumusan masalah dan pendekatan pemecahan masalah pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memperoleh gambaran fluktuasi muka air dan luas genangan pada masing-masing habitat di perairan RBLL.
2. Mengkaji dampak fluktuasi muka air dan limbah antropogenik terhadap kualitas air di RBLL serta risiko ekobiologis herbisida terhadap beberapa jenis ikan rawa banjiran.
3. Menentukan tingkat pencemaran dan kesuburan RBLL.
4. Mengkaji dampak fluktuasi muka air dan limbah antropogenik di RBLL terhadap distribusi dan reproduksi 3 spesies ikan yaitu ikan nilam (*Osteochilus vittatus*), tambakan (*Helostoma temminckii*) dan gabus (*Channa striata*).
5. Merumuskan strategi pengelolaan RBLL.



Gambar 1 Skema perumusan masalah

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan pengelolaan RBLL dan menjadi model bagi pengelolaan rawa-rawa banjir lainnya yang banyak terdapat di Sumatera dan Kalimantan.

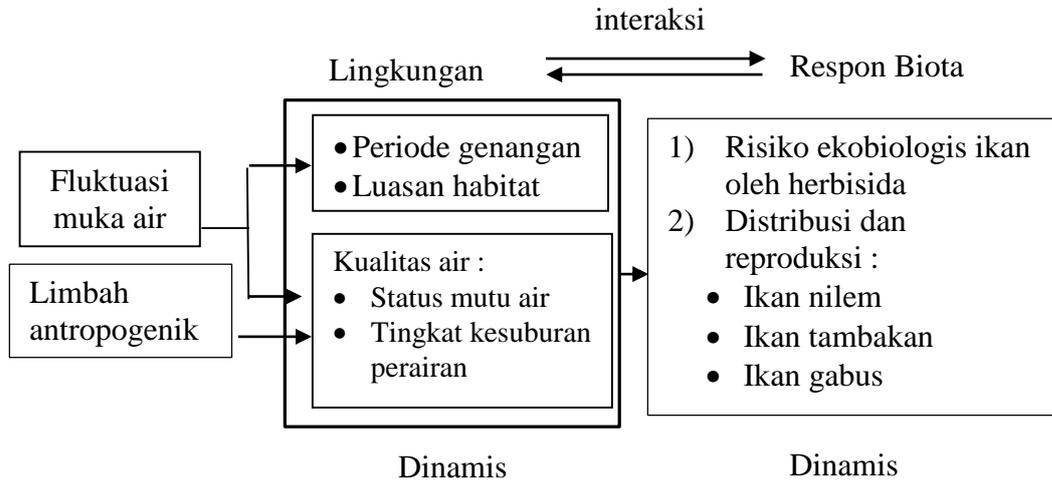
### Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Perubahan fluktuasi muka air dan limbah antropogenik di RBLL menyebabkan penurunan kualitas air dan tingkat kesuburan perairan.
2. Respon biota perairan bersifat dinamis sebagai respon dari perubahan fluktuasi muka air dan kualitas habitat RBLL.

## Ruang Lingkup Penelitian

Fokus kajian dalam penelitian ini adalah untuk mengkaji dampak fluktuasi muka air terhadap luasan habitat dan kualitas air serta respon biota yang tercermin dari distribusi dan reproduksi 3 spesies ikan khas rawa banjiran. Gambaran ruang lingkup penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Ruang lingkup penelitian

Berdasarkan ruang lingkup penelitian tersebut, maka penelitian dampak fluktuasi muka air dan bahan antropogenik terhadap kualitas air, distribusi dan reproduksi ikan di RBLL meliputi sub kegiatan sebagai berikut :

1. Perubahan fluktuasi muka air perairan rawa banjiran Lubuk Lampam.
2. Karakteristik kualitas air RBLL dan risiko ekobiologis ikan oleh herbisida terkait fluktuasi muka air dan bahan antropogenik.
3. Status mutu perairan RBLL terkait fluktuasi muka air dan Limbah antropogenik.
4. Tingkat kesuburan perairan RBLL terkait fluktuasi muka air dan limbah antropogenik.
5. Distribusi dan reproduksi ikan nilem, tambakan dan gabus di RBLL

Atas kegiatan penelitian tersebut, hasil penelitian dituangkan dalam beberapa penelitian sebagai berikut :

1. Fluktuasi muka air, karakteristik kualitas air dan estimasi risiko ekobiologis ikan oleh herbisida di rawa banjiran Lubuk Lampam
2. Status mutu air rawa banjiran Lubuk Lampam
3. Tingkat kesuburan perairan dan kondisi biologi ikan di rawa banjiran Lubuk Lampam
4. Pola distribusi dan reproduksi ikan di rawa banjiran Lubuk Lampam

Hasil penelitian dari berbagai penelitian tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan strategi pengelolaan RBLL. Strategi pengelolaan

RBLL yang tepat diharapkan dapat menjaga kelestarian dan keberlanjutan sumber daya alam rawa banjiran beserta ekosistem yang ada di dalamnya.

### **Kebaruan (Novelty)**

Rawa banjiran sebagai suatu ekosistem yang meliputi aspek lingkungan serta biota yang terdapat di dalamnya memiliki karakteristik unik yang berbeda dengan sistem perairan lainnya seperti danau, waduk dan sungai. Kajian rawa banjiran antara lain sebagai berikut :

1. Kajian mengenai ekologi rawa banjiran terutama kajian mengenai periode genangan di rawa banjiran (Junk 1996; Brath *et al.* 2001; de Graaf *et al.* 2003).
2. Kajian mengenai sumber daya ikan di perairan rawa banjiran, antara lain dinamika perikanan (de Graaf *et al.* 2003; Haroon *et al.* 2003), trofik energi dan sumber energi ikan (Medeiros 2004), hubungan antara lingkungan dan sumber daya ikan (Graham & Harris 2005; Abujanra *et al.* 2009), serta biodiversitas ikan (Rahman *et al.* 2010; Dembkowsky 2011; ICEM 2014).
3. Kajian mengenai perkembangan perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya di area rawa banjiran serta dampaknya terhadap ekosistem rawa banjiran, antara lain dampak insektisida (Schultz 2004), intensitas hama dan penyakit pada perkebunan di area rawa (Kurnia *et al.* 2008); limbah cair dari industri minyak kelapa sawit (Mahajoeno *et al.* 2008); kerentanan ekologis akibat kontaminasi tanah dan sedimen di lahan pertanian dan area rawa banjiran (de Lange *et al.* 2009), dampak konversi lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit (Prawito 2009; Bloxom 2009), kontaminasi bahan inorganik terhadap tanah di perairan rawa banjiran baik secara *in situ* maupun pada skala laboratorium (Rennert *et al.* 2010).

Penelitian mengenai ekologi perikanan dan pengelolaan RBLL sejak tahun 1989 sampai dengan tahun 2007 telah dilakukan oleh Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum (BP3U) Mariana, Palembang yang tersusun dalam satu buku bunga rampai berjudul “*Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*”. Berbagai aspek telah dikaji antara lain aspek habitat, kualitas air, biota perairan (plankton, perifiton, benthos, ikan), penangkapan, sosial ekonomi serta pengelolaan RBLL beserta potensi tantangan yang dihadapi oleh ekosistem RBLL.

Kajian RBLL yang termuat dalam buku tersebut, cukup komprehensif, namun masih terdapat beberapa kajian yang belum dilakukan antara lain : a) terkait dengan dampak perubahan iklim serta tata guna lahan yang berkembang di area RBLL terhadap kuantitas dan kualitas air, b) Penentuan status mutu air, c) Penentuan tingkat kesuburan perairan, serta d) Perubahan pola distribusi dan reproduksi ikan yang dipengaruhi kuantitas dan kualitas air, status mutu air, serta tingkat kesuburan perairan RBLL. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kebaruan mengenai *interaksi antara faktor lingkungan abiotik terhadap beberapa populasi ikan khas rawa banjiran*.

## 2 FLUKTUASI MUKA AIR, KARAKTERISTIK KUALITAS AIR DAN ESTIMASI RISIKO EKOBIOLOGIS HERBISIDA

### Pendahuluan

Rawa banjiran mempunyai sistem ekologi termasuk karakteristik fisika-kimia yang khas terkait musim maupun habitat dan sub habitat yang ada di ekosistem. Sistem hidrologi di rawa banjiran menyebabkan adanya periode tergenang dan kering area rawa banjiran. Karakteristik ekologi maupun hidrologi rawa banjiran menjadi faktor kunci bagi biodiversitas maupun produktivitas ekosistem ini.

Rawa Banjiran Lubuk Lampam (RBLL) merupakan ekosistem alami yang bernilai penting terutama sebagai habitat bagi beberapa jenis ikan khas rawa banjiran antara lain nilam atau palau (*Osteochilus vittatus*), tambakan (*Helostoma temminckii*) dan gabus (*Channa striata*) (Makmur 2008). Sebagian kawasan di Lubuk Lampam telah ditetapkan sebagai suaka perikanan atau suaka konservasi perairan untuk kepentingan keberlanjutan spesies ikan rawa banjiran tersebut. Kawasan tersebut meliputi suaka perikanan tipe lebung yaitu Suak Buayo dan lebung Proyek yang masing-masing luasnya 0.4 ha dan 0.12 ha, serta suaka perikanan tipe sungai yaitu Kapak Hulu sepanjang 1.4 km dengan lebar sekitar 30 m atau 4.2 ha (Asyari *et al.* 2002).

Menurut Husnah (2008), tantangan yang dihadapi dalam menjaga keseimbangan ekosistem RBLL adalah perubahan tata guna lahan di area RBLL. Menurut de Jonge *et al.* (1999), perubahan tata guna lahan di area rawa banjiran sangat berpengaruh terhadap keberadaan kontaminan di area ini. Sejak sekitar tahun 2005, perkebunan kelapa sawit mulai dikembangkan di area sekitar RBLL. Hasil pengamatan Husnah (2008), pada Bulan Mei 2008 di sepanjang sungai Lempuing dan rawa banjiran di sekitarnya telah didominasi perkebunan kelapa sawit. Menurut Bloxom (2009), perkembangan industri biomassa kelapa sawit dan biodiesel berkontribusi terhadap pencemaran perairan terutama yang berasal dari limbah proses pengolahannya. Selain perubahan tata guna lahan di sekitar area RBLL, penggunaan lahan di daerah tangkapan air juga memberikan kontribusi terhadap keberadaan limbah antropogenik di RBLL. Berdasarkan peta tata guna lahan provinsi Sumatera Selatan, daerah tangkapan air sepanjang sungai Lempuing di hulu area RBLL didominasi kegiatan pemukiman, pertanian dan perkebunan.

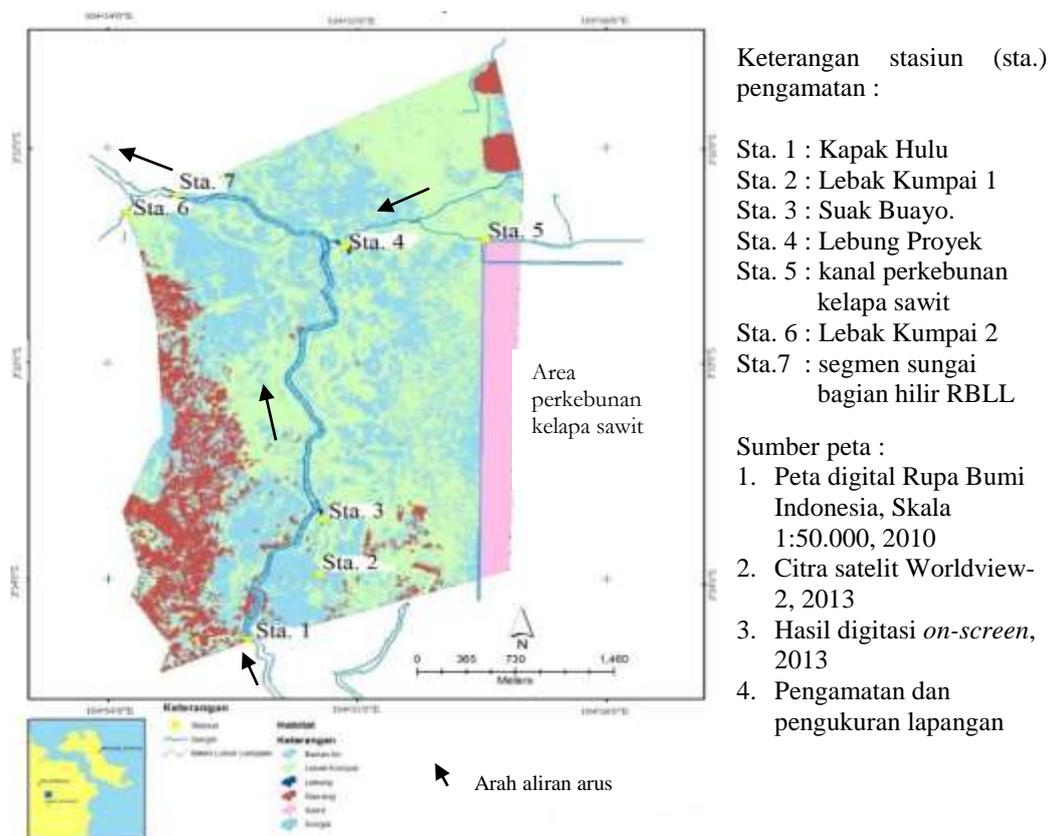
Permasalahan lain yang dihadapi adalah dampak perubahan iklim terhadap perubahan curah hujan menyebabkan adanya perubahan fluktuasi muka air di RBLL. Perubahan karakteristik limnologi terutama fluktuasi muka air, fisika-kimia air dan estimasi risiko ekobiologis sebagai akibat adanya perubahan tersebut menjadi tujuan utama kajian penelitian ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan strategi pengelolaan sumber daya perairan rawa banjiran yang tepat sehingga keberlanjutan ekosistem ini dapat terus terjaga.

### Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di rawa banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia. Lubuk Lampam merupakan

rawa banjir dengan sungai utama Sungai Lempuing, salah satu anak sungai Komering. Stasiun pengambilan sampel terdiri atas 6 stasiun yang merupakan habitat dan subhabitat di RBLL serta 1 stasiun yang merupakan kanal perusahaan perkebunan kelapa sawit yang berada di area penelitian. Stasiun-stasiun tersebut adalah (Gambar 3) : stasiun 1 (segmen sungai bagian hulu RBLL dinamakan Kapak Hulu), stasiun 2 (lebak kumpai 1), stasiun 3 (lebung alami Suak Buayo), stasiun 4 kanal perkebunan kelapa sawit), stasiun 5 (lebung buatan Lebung Proyek), stasiun 6 (lebak kumpai 2), dan stasiun 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL yang berbatasan dengan daerah Belanti).

Pengukuran parameter kualitas air *in situ* dan pengambilan sampel air dilakukan setiap bulan dari Bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013 pada minggu kedua atau ketiga, sedangkan pengukuran ketinggian muka air dilakukan setiap minggu, di seluruh lokasi pengamatan kecuali pada musim kering hanya dilakukan pada stasiun yang masih berair. Pengambilan sampel air untuk analisis minyak dan lemak serta deterjen dilakukan hanya 3 kali yaitu pada saat banjir (Bulan Desember 2012), muka air tertinggi (Bulan Februari 2013) dan muka air terendah (Bulan Juli 2013). Pengambilan sampel air untuk analisis herbisida paraquat dan glyosat dilakukan 2 kali, yaitu pada saat muka air tertinggi (Bulan Februari 2013) dan muka air rendah atau surut (Bulan Juli 2013). Rata-rata curah hujan diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) stasiun Klimatologi Kelas I Kenten, Palembang.



Gambar 3 Lokasi penelitian di area rawa banjir Lubuk Lampam

Pengukuran parameter kualitas air di lapangan (*in situ*) meliputi kedalaman air (m), kecerahan *secchi disk* (m), temperatur (°C), kekeruhan (NTU), daya hantar listrik atau DHL ( $\mu\text{scm}^{-1}$ ), oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) ( $\text{mgL}^{-1}$ ), dan pH. Pengukuran konsentrasi nitrit ( $\text{mgL}^{-1}$ ), nitrat ( $\text{mgL}^{-1}$ ), total nitrogen (TN) ( $\text{mgL}^{-1}$ ), total fosfor (TP) ( $\text{mgL}^{-1}$ ), ortofosfat ( $\text{mgL}^{-1}$ ), kebutuhan oksigen biologi atau *Biological Oxygen Demand* (BOD) ( $\text{mgL}^{-1}$ ), kebutuhan oksigen kimia atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) ( $\text{mgL}^{-1}$ ), alkalinitas ( $\text{mgL}^{-1}$ ) dan herbisida ( $\text{mgL}^{-1}$ ) dari golongan paraquat dan glyfosat dilakukan di laboratorium. Analisis laboratorium dilaksanakan di : a) Laboratorium Dasar Perikanan, Laboratorium Budidaya Perairan, Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, b) Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan, Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, c) Laboratorium Lingkungan, Badan Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Selatan, d) Laboratorium Residu Agrokimia Balai Penelitian Lingkungan, Departemen Pertanian. Parameter kualitas air dan alat atau metode yang digunakan disajikan pada Lampiran 1. Pengambilan sampel, pengawetan, pengangkutan dan analisis sampel dilakukan berdasarkan metode standar dari *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* (APHA 1998).

Hubungan antara ketinggian muka air dan curah hujan dianalisis menggunakan analisis korelasi Spearman pada taraf nyata  $p < 0.05$  (Gyawali *et al.* 2012). Perubahan kedalaman diperoleh dengan analisis Surfer (Subramani *et al.* 2012), sedangkan perubahan luasan genangan diperoleh dari citra Worldview-2 yang dianalisis dengan modifikasi dari *Normalized Difference Water Index* (NDWI) (McFeeters 1996 dan Xu 2006). Analisis similaritas karakteristik kualitas air antar stasiun menggunakan analisis Cluster pada program Minitab versi 15 (Salah *et al.* 2012).

Risiko ekobiologis digunakan sebagai suatu pendekatan kuantitatif dalam menduga tingkat risiko dari suatu bahan pencemar terhadap makhluk hidup (Weber *et al.* 2006; Rahman 2007). Risiko ekobiologis dihitung berdasarkan formula *Risk Quotient* (RQ) (Karras *et al.* 2007; Karimi *et al.* 2012a; dan Karimi *et al.* 2012b). Formula RQ adalah sebagai berikut :

$$RQ = \sum_{i=1}^n C_i / LC_{xi}$$

Keterangan :

$C_i$  = konsentrasi senyawa i, n adalah jumlah senyawa terdeteksi

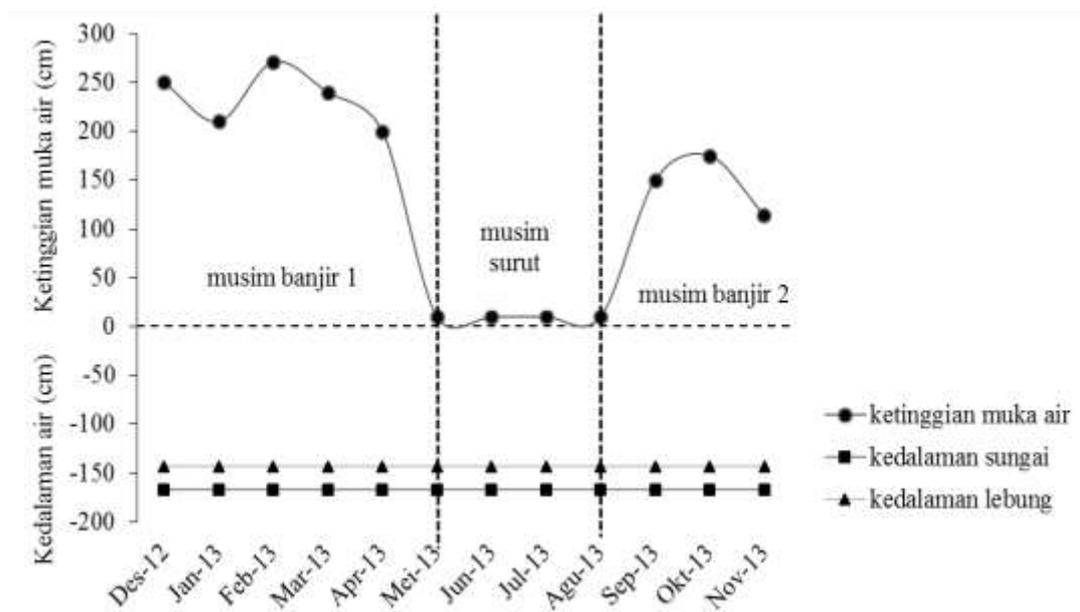
$LC_{xi}$  =  $LC_{50}$  96 jam.

Klasifikasi kelas risiko dari nilai RQ adalah sebagai berikut : rendah ( $< 0.01$ ), sedang ( $0.01 < RQ \leq 0.1$ ), tinggi ( $0.1 < RQ \leq 1$ ) dan sangat tinggi ( $RQ > 1$ ) (Karras *et al.* 2007; Karimi *et al.* 2012a ).

## Hasil dan Pembahasan

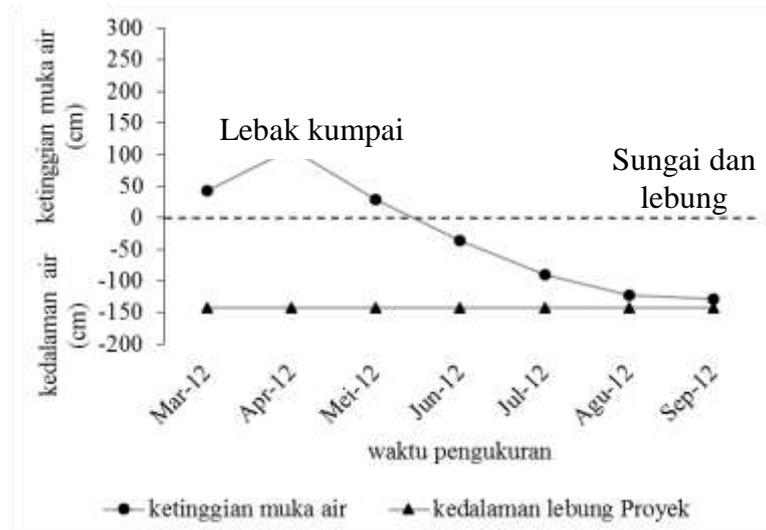
### Ketinggian Muka Air dan Perubahan Luasan Genangan

Hasil pengamatan terhadap ketinggian muka air di area RBLL (Gambar 4) menunjukkan kedalaman air pada musim banjir 1 yaitu Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013. Pada musim ini juga terjadi ketinggian muka air tertinggi yaitu pada Bulan Februari 2013. Air mulai surut mulai April 2013 dan periode air surut terjadi pada Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013. Pada musim surut ini ketinggian muka air di area lebak kumpai mendekati nilai nol, namun tidak dapat mengindikasikan kondisi area benar-benar kering. Musim berikutnya adalah musim banjir 2 yaitu mulai Bulan September sampai dengan November 2013.



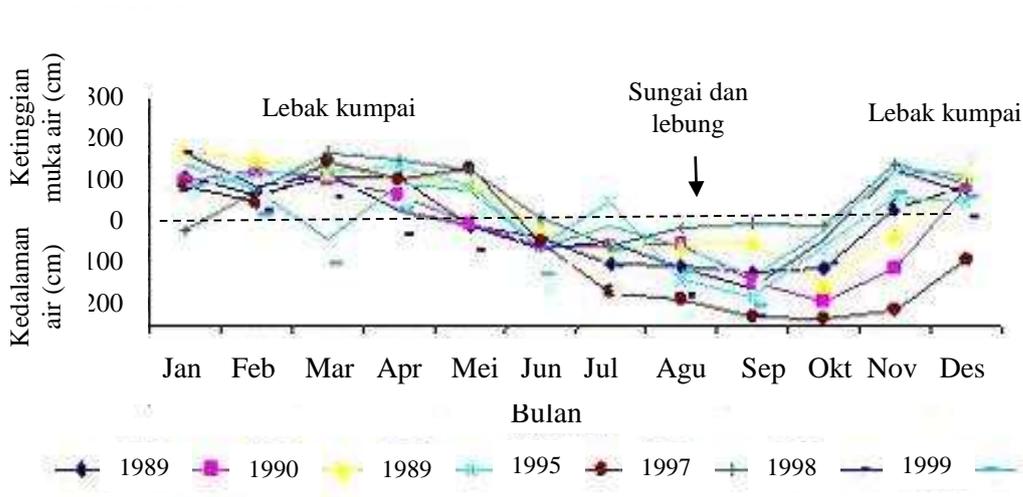
Gambar 4 Ketinggian muka air di area RBLL

Kondisi ini berbeda dengan hasil pengukuran di area Lebug Proyek (BP3U 2012, belum dipublikasikan) serta hasil survei pada Bulan September 2013 (Gambar 5) yang menunjukkan adanya musim banjir pada Bulan Maret sampai dengan Mei 2012 sedangkan musim surut pada bulan Juni dan masih dalam kondisi surut pada Bulan September 2012. Musim banjir ditandai dengan tergenangnya area lebak kumpai, sedangkan pada musim surut, area lebak kumpai menjadi daratan dan area yang berair hanya sungai dan lebug. Berdasarkan hasil pengukuran ketinggian muka air di bagian tepi sungai Lempuing pada area RBLL yang diperoleh Utomo *et al.* (2008) (Gambar 6) yang menunjukkan pola musim banjir dan musim surut, meskipun pada tahun 1995, terjadi kenaikan muka air pada musim surut (Bulan Juli) yang menyebabkan lebak kumpai kembali tergenang. Perbedaan perubahan ketinggian muka air ini menyebabkan adanya perbedaan waktu atau periode genangan terutama antara hasil pengukuran Utomo *et al.* (2008) dan hasil penelitian ini (Tabel 1).



Sumber : Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum (BP3U) (belum dipublikasikan) dan survei lapangan Bulan September 2012.

Gambar 5 Fluktuasi muka air di RBLL Bulan Maret 2012 sampai dengan September 2012



Sumber : modifikasi dari Utomo *et al.* 2008

Gambar 6 Rataan bulanan fluktuasi muka air di RBLL selama tahun 1989 sampai dengan 1999

Tabel 1 Perbedaan waktu periode genangan

Periode	Desember 2012 sampai dengan November 2013 <sup>a)</sup>	Januari 1989 sampai dengan Desember 1999 <sup>b)</sup>
Periode banjir (tergenang)	Desember - April September - November	Januari - Mei
Periode surut	Mei - Agustus	Juni - Desember

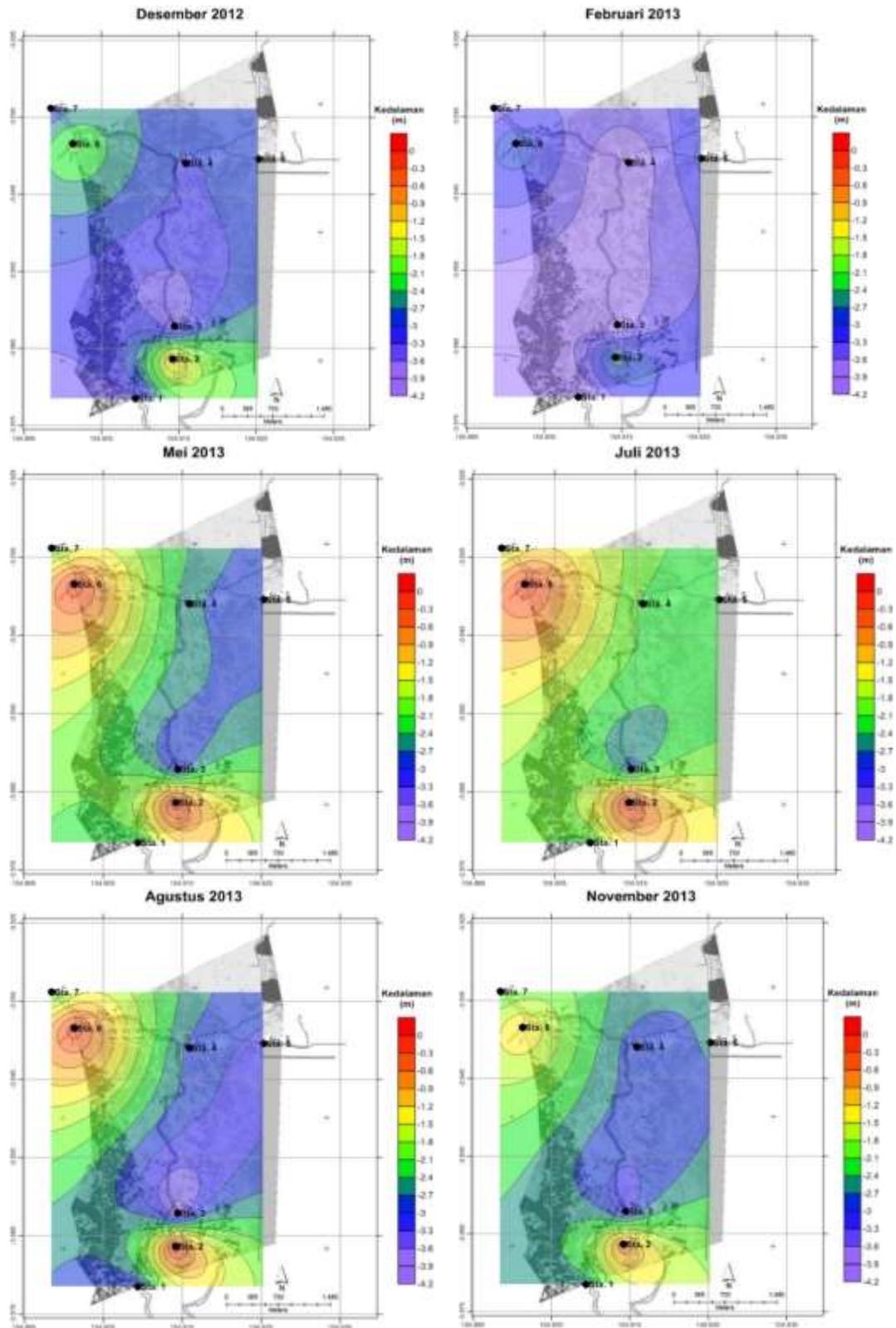
Sumber : <sup>a)</sup> Hasil penelitian; <sup>b)</sup> Utomo *et al.* (2008)

Gambaran kedalaman dan ketinggian muka air di area RBLL pada Bulan Desember 2012, Februari 2013, Mei 2013, Juli 2013, Agustus 2013 dan November 2013 (Gambar 7) menunjukkan perubahan genangan pada area RBLL. Berdasarkan pengambilan gambar melalui citra satelit *Worldview-2* (Gambar 8), terlihat perbedaan luas genangan pada saat muka air tertinggi (Bulan Februari 2013) area tergenang sekitar 1 073.6 ha, dan pada saat surut (Bulan Juni 2013), area tergenang sekitar 886.1 ha atau area yang menjadi daratan hanya 187.5 ha. Pada kondisi normal, terdapat perbedaan yang jelas antara musim hujan dan musim kering, terutama di area hutan rawang dan lebak kumpai yang benar-benar kering atau menjadi daratan pada musim kering dengan luas sekitar 1 055.5 ha.

Faktor penyebab area lebak kumpai tidak benar-benar kering sepanjang tahun penelitian adalah curah hujan yang hampir merata sepanjang tahun. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) stasiun Klimatologi Kelas I Kenten, Palembang, kisaran curah hujan di area pengamatan dari Bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013 yaitu 127-473 mm/bulan dengan jumlah hari hujan 10-25 hari/bulan. Berdasarkan hubungan antara rata-rata curah hujan dengan rata-rata ketinggian muka air (bulanan) di Lubuk Lampam (Gambar 9), diperoleh nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0.92, sehingga menunjukkan bahwa curah hujan merupakan faktor yang secara signifikan ( $p < 0.05$ ) mempengaruhi banjir di area ini.

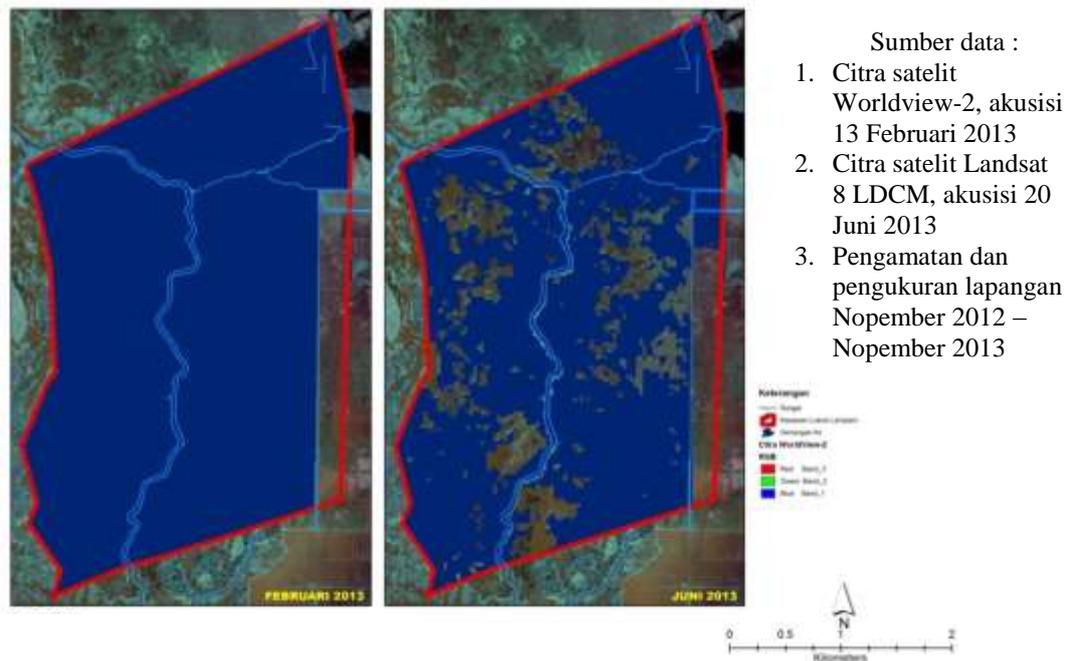
Perubahan curah hujan yang terjadi di Lubuk Lampam dan sekitarnya antara tahun 2011-2013 (Gambar 10) menunjukkan curah hujan pada tahun 2013 yang relatif tidak mengalami fluktuasi yang besar. Berdasarkan kategori dari BMKG, pada tahun 2011 terkategori musim kemarau (dengan curah hujan kurang dari 150 mm) terjadi pada Bulan Mei sampai dengan September 2013, pada tahun 2012 terkategori musim kemarau pada Bulan Mei sampai dengan Oktober 2013, sedangkan pada tahun 2013, musim kemarau hanya terjadi pada Bulan Mei dan Agustus 2013.

Menurut Tunggal (2013), pada tahun 2013 terjadi pola angin yang berasal dari Samudra Hindia bergerak ke timur laut menuju Jawa dan Sumatera, lalu berbelok ke timur. Pola angin itu mirip pola angin baratan atau monsun Asia dari barat ke timur yang biasanya berlangsung selama musim hujan. Dampak fenomena itu menyebabkan musim kemarau tahun 2013 lebih banyak hujan dibandingkan dengan pola musim kemarau normal yang dikenal dengan istilah "kemarau basah". Keganjilan fenomena cuaca ini mirip tahun 2010, namun kemarau basah pada 2010 disebabkan La Nina, sedangkan pada tahun 2013 disebabkan gabungan La Nina di Samudra Pasifik dan Dipole Mode di Samudra Hindia atau *Indian Ocean Dipole* (IOD) negatif. Kedua fenomena itu saling memperkuat sehingga banyak terjadi hujan pada saat kemarau.

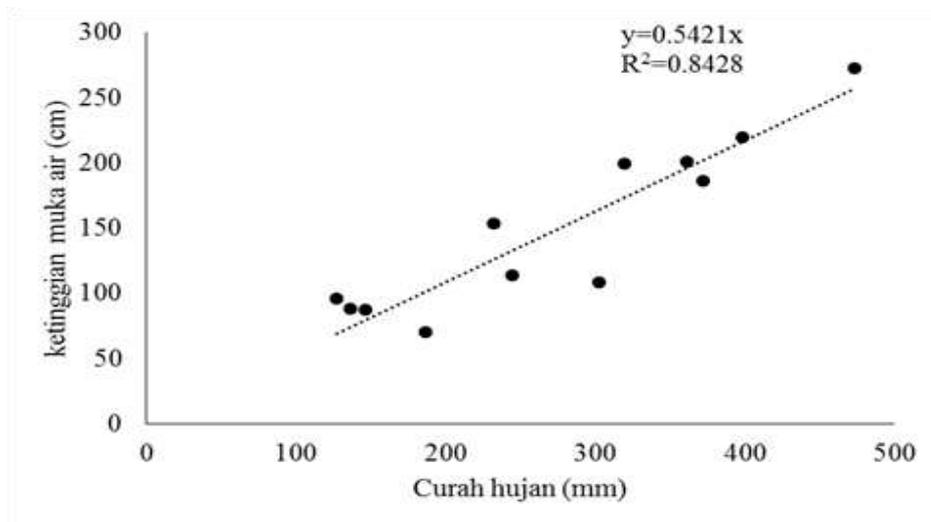


Keterangan : Garis antar warna dalam peta menunjukkan area dengan kedalaman yang sama atau *isodepth*)

Gambar 7 Profil kedalaman air di area RBLL (Bulan Desember 2012, Februari 2013, Mei 2013, Juli 2013, Agustus 2013 dan November 2013)



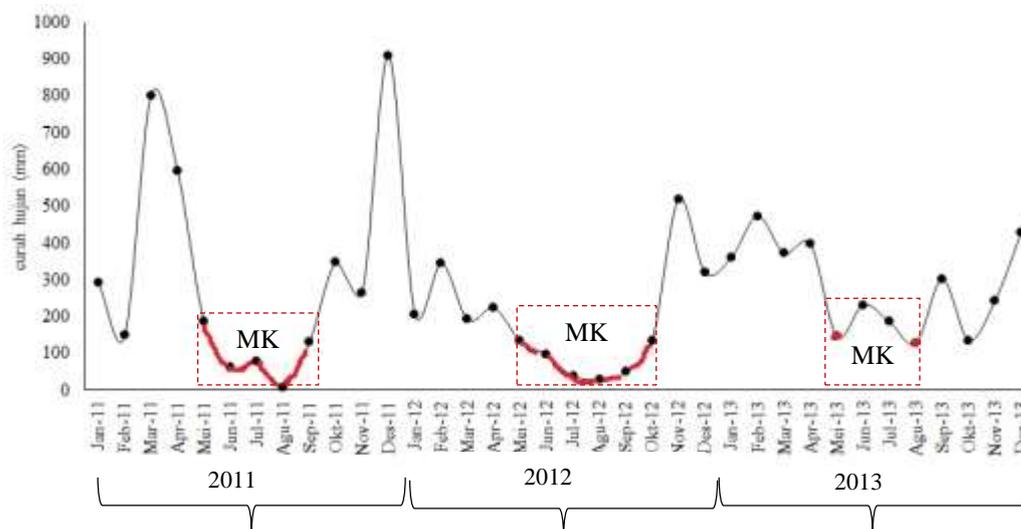
Gambar 8 Perbedaan luas area tergenang pada Bulan Februari 2013 (1 073.6 ha) dan Juni 2013 (886.1 ha).



Gambar 9 Hubungan antara rata-rata curah hujan (mm) dan rata-rata ketinggian muka air (cm) di RBLL

La Nina adalah fenomena anomali dingin Samudera Pasifik ekuatorial tengah dan timur, sedangkan IOD adalah beda temperatur permukaan laut pantai timur Afrika dan pantai barat Sumatera. Menurut Currie *et al.* (2013), fenomena IOD baik positif maupun negatif merupakan penyimpangan iklim yang dihasilkan oleh interaksi laut dan atmosfer di Samudera Hindia. Fenomena IOD positif terjadi ketika temperatur permukaan air laut di pantai timur Afrika lebih tinggi daripada di pantai barat Sumatera sedangkan kondisi sebaiknya disebut fenomena IOD negatif. Fenomena IOD negatif berakibat pada kekeringan di Afrika bagian timur dan curah hujan yang meningkat di Indonesia, terutama Indonesia bagian barat yang

berdekatan dengan Samudera Hindia. Secara spesifik, menurut Liong *et al.* (2003), wilayah Indonesia yang dipengaruhi oleh IOD yaitu Sumatera Selatan dan Jawa Barat. Menurut As-Syakur (2011), fenomena IOD mempengaruhi fluktuasi hujan selama musim kemarau.



Keterangan : MK musim kemarau (MK)

Gambar 10 Curah hujan rata-rata di Lubuk Lampam tahun 2011 sampai dengan 2013

### Karakteristik Kualitas Air

Rerata kualitas air yang diperoleh berdasarkan periode penggenangan air disajikan pada Tabel 2. Secara umum, karakteristik kualitas air di lokasi pengamatan adalah kekeruhan tinggi, pH asam, konsentrasi oksigen rendah, dan kaya akan nutrien terutama fosfor dan nitrogen. Karakteristik ini juga ditunjukkan pada rawa banjiran yang dimanfaatkan untuk pertanian secara intensif (Shields *et al.* 2011).

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 2), menunjukkan bahwa RBLL memiliki nilai kecerahan yang rendah dan nilai kekeruhan yang tinggi. Hal ini merupakan karakteristik alami yang secara umum ditemukan pada ekosistem rawa banjiran (Roberto *et al.* 2009; Manral *et al.* 2012). Pola hubungan rata-rata kekeruhan dari seluruh stasiun pengamatan dengan ketinggian muka air (Gambar 11) menunjukkan bahwa kekeruhan cenderung meningkat pada saat muka air menurun dari mulai Februari sampai Mei 2013 serta pada saat muka air mulai naik yaitu mulai Agustus sampai September 2013. Nilai kekeruhan meningkat pada saat air mulai surut disebabkan air dari area hutan rawang dan lebak kumpai yang mengandung partikel organik dan anorganik tinggi memasuki area lebung dan sungai. Sedangkan peningkatan kekeruhan pada saat air kembali naik disebabkan karena curah hujan mulai kembali meningkat sehingga muka air mulai kembali naik dan membanjiri paparan RBLL, sehingga nilai kekeruhan dipengaruhi oleh muatan partikel organik dan anorganik dari DAS serta dari partikel organik dan

organik terlarut di area lebak kumpai yang mulai tergenang air. Pada saat air surut (Mei sampai dengan Agustus 2013) terjadi fluktuasi nilai kekeruhan, hal ini disebabkan pada saat surut, terjadi kenaikan air yang bersifat mingguan pada musim kemarau atau surut (Gambar 12). Menurut Alc<sup>^</sup>antara *et al.* (2010), ketika muka air naik atau surut, pertukaran air antara bagian sungai dan rawa menjadi faktor utama yang mempengaruhi kekeruhan di area rawa banjir. Sedangkan pada saat muka air tinggi, kekeruhan lebih banyak dipengaruhi oleh adanya resuspensi sedimen.

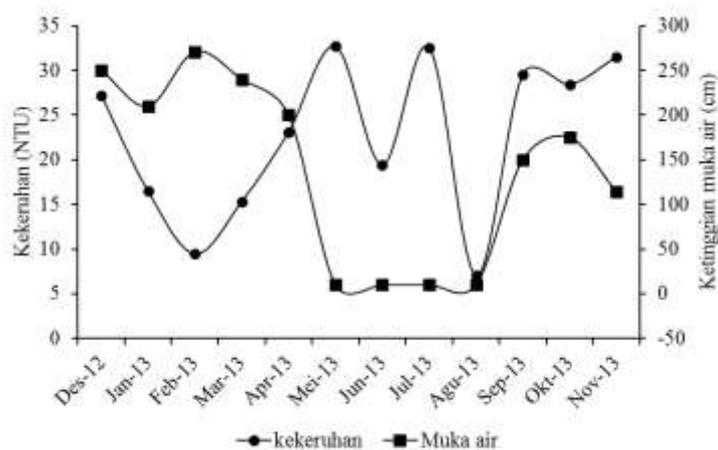
Tabel 2 Statistik deskriptif data musiman parameter kualitas air

Parameter	Unit	Nilai baku mutu	Nilai kualitas air			Rataan±STD selama satu tahun
			Musim banjir 1 Rerata ±STD	Musim surut Rerata ±STD	Musim banjir 2 Rerata ±STD	
Kecepatan arus	mdet <sup>-1</sup>		0.36±0.12	0.28±0.14	0.31±0.11	0.32±0.13
Kecerahan	m		0.61±0.24	0.34±0.16	0.45±0.21	0.49±0.24
Kekeruhan	NTU		18.32±8.08	24.38±21.75	29.84±19.82	23.09±16.68
Temperatur	°C	normal ±3	29.5±0.92	29.2±1.08	30.6±1.36	29.7±1.23
pH	Unit	6 s.d 9	<b>5.40±0.47</b>	<b>5.14±0.86</b>	<b>4.66±0.70</b>	<b>5.12±0.72</b>
DO	mgL <sup>-1</sup>	>3	3.89±1.71	<b>2.76±1.35</b>	<b>1.30±0.72</b>	<b>2.88±1.76</b>
DHL	µscm <sup>-1</sup>		34±9	54±17	43±26	42±19
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	2.79±2.31	1.48±0.86	0.55±0.79	1.83±1.92
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>54.73±35.83</b>	<b>80.97±75.64</b>	26.06±29.00	<b>53.71±51.66</b>
N total	mgL <sup>-1</sup>		45.46±11.69	41.02±10.73	60.83±12.66	47.29±13.72
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	<b>0.31±0.73</b>	<b>0.10±0.09</b>	<b>0.10±0.30</b>	<b>0.19±0.53</b>
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	1.79±1.58	5.61±4.52	2.02±1.60	2.86±4.12
P total	mgL <sup>-1</sup>	1	<b>4.72±2.03</b>	<b>3.37±2.49</b>	1.89±0.93	3.75±2.28
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>		0.07±0.09	0.10±0.11	0.16±0.16	0.10±0.12
Alkalinitas	mgL <sup>-1</sup>		22±8	54±15	27±10	32±17

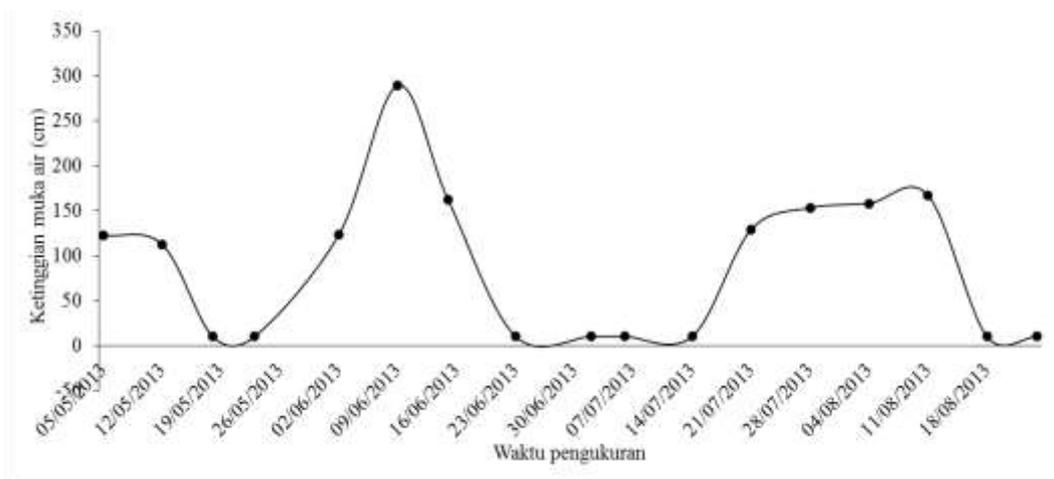
Baku mutu : PP no. 82 tahun 2001 (PP RI 2001); Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 16 tahun 2005 (PEMDA SUMSEL 2005); Nilai yang dicetak tebal merupakan nilai yang tidak memenuhi baku mutu

STD : standar deviasi (simpangan baku)

Musim banjir 1 (Desember 2012 sampai dengan April 2013), musim surut (Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013) dan musim banjir 2 (September sampai dengan November 2013).



Gambar 11 Pola hubungan antara ketinggian muka air pada saat pengamatan dengan rata-rata kekeruhan dari seluruh stasiun pengamatan



Gambar 12 Fluktuasi muka air mingguan selama musim surut (Bulan Mei sampai dengan Agustus 2013)

Nilai pH yang diperoleh 4.66–5.40 dengan rata-rata tahunan sebesar 5.12 menunjukkan kondisi asam (Tabel 2). Nilai tertinggi yang diperoleh lebih rendah daripada hasil pengukuran pH di RBLL sejak tahun 1989 sampai dengan tahun 2003 sebesar 4.5–6.5 unit pH (Utomo *et al.* 2008). Menurut Welcomme (1979), bersumber dari kompilasi berbagai studi menunjukkan pH rawa banjir berkisar antara 3.6–6.5, sehingga secara umum perairan rawa banjir bersifat asam sampai netral (nilai pH 4 sampai netral) dengan tendensi lebih asam pada musim kemarau. Berdasarkan nilai pH yang diperoleh pada musim banjir 1 (Lampiran 2) menunjukkan nilai pH pada sebagian besar lokasi berada di atas 5 (5.37–5.58) kecuali di kanal perkebunan kelapa sawit diperoleh pH yang lebih asam yaitu 4.78. Pada musim ini secara keseluruhan paparan rawa banjir merupakan suatu ekosistem perairan. Penurunan fluktuasi muka air yang mengindikasikan musim surut pada Bulan Mei sampai dengan Agustus 2013 menunjukkan pH di lebung Proyek dan kanal perkebunan kelapa sawit menjadi lebih asam (pH 4.70 dan 3.93), sedangkan di stasiun lain (sungai bagian hulu dan hilir serta Suak Buayo) masih berada di atas 5 (5.50–5.81). Penurunan pH di area lebung Proyek terutama disebabkan pengaruh air dari kawasan hutan rawang yang cenderung lebih rendah dan memasuki area lebung Proyek. Stasiun ini pada saat musim surut tidak terkoneksi dengan sungai, sehingga tidak terdapat proses pertukaran air dengan air dari sungai. Sedangkan pada area sungai serta lebung Suak Buayo yang tetap terkoneksi dengan sungai sepanjang tahun, meskipun air dengan pH rendah dari kawasan hutan rawang dan lebak kumpai juga mempengaruhi pH di ketiga stasiun ini, namun adanya aliran air baru menyebabkan pH di area ini relatif masih lebih cukup tinggi. Pada musim banjir 2 (September sampai dengan November 2013), fluktuasi air kembali meningkat, pH di keseluruhan lokasi menunjukkan nilai yang relatif menurun (lebih asam). Hal ini disebabkan air mulai memasuki area lebak kumpai dan hutan rawang sehingga air yang bersifat asam mulai menyebar ke seluruh area RBLL.

Kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO) yang diperoleh yaitu berkisar 1.30–3.89 mgL<sup>-1</sup>. Nilai ini lebih rendah dari nilai rata-rata DO di RBLL pada tahun 1989 sampai tahun 2003 yang berkisar 1.5–6.7 mgL<sup>-1</sup> (Utomo *et al.* 2008). Hal ini menunjukkan kondisi DO di perairan rawa banjir bervariasi namun

beberapa kajian menunjukkan DO di area rawa banjir secara alami cenderung rendah (Welcomme 1979; Ziauddin *et al.* 2013).

Nilai rata-rata BOD dan COD yang diperoleh yaitu sebesar  $1.83 \text{ mgL}^{-1}$  dan  $53.71 \text{ mgL}^{-1}$ . Nilai BOD yang diperoleh ini masih berada di bawah baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 (PP RI 2001), untuk peruntukan perikanan (kelas C) yaitu sebesar  $6 \text{ mgL}^{-1}$ , sedangkan nilai COD sudah melebihi baku mutu yaitu sebesar  $50 \text{ mgL}^{-1}$ . Nilai COD yang tinggi mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik yang sukar urai di perairan.

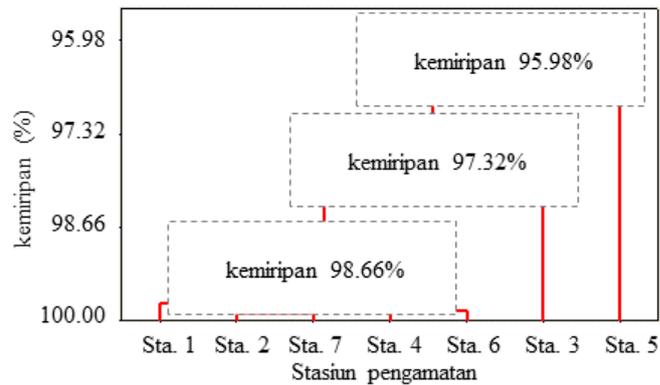
Nilai TN yang diperoleh pada penelitian ini relatif besar. Meskipun demikian, nilai nitrat dan nitrit yang relatif kecil menunjukkan bahwa bentuk N di perairan rawa banjir tidak didominasi oleh nitrat maupun nitrit. Menurut Junk *et al.* (1989), pada sistem perairan rawa banjir menerima langsung nutrisi (baik organik maupun inorganik, dalam bentuk gas, terlarut maupun partikulat) secara langsung dari sungai utama, namun juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lain, yaitu hujan, *runoff*, air tanah, dari anak-anak sungai di sekitar rawa banjir. Menurut Welcomme (1979), rawa banjir memiliki karakteristik jumlah partikel inorganik yang besar dan konsentrasi nutrisi terlarut antara lain nitrat dan ortofosfat biasanya rendah. Rata-rata nilai TN ( $47.29 \text{ mgL}^{-1}$ ) dan TP ( $3.75 \text{ mgL}^{-1}$ ) yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Shields *et al.* (2011) pada rawa banjir yang secara intensif dikelola untuk pertanian, yaitu hanya diperoleh TN  $1.56 \text{ mgL}^{-1}$  dan TP  $0.29 \text{ mgL}^{-1}$ .

Variasi persamaan karakteristik kualitas air berdasarkan hasil analisis cluster terhadap rerata kualitas air pada setiap lokasi pengamatan dan setiap musim (Gambar 13) menunjukkan bahwa karakteristik antar stasiun pengamatan tidak berbeda secara signifikan (kemiripan atau similaritas  $>80\%$ ). Meskipun demikian, terdapat beberapa parameter kunci yang menyebabkan terjadi perbedaan tingkat kesamaan antar stasiun pada masing-masing musim.

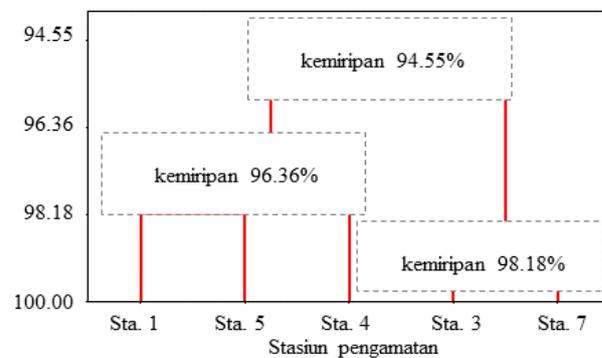
Variasi kesamaan karakteristik kualitas air pada musim banjir 1 (Desember 2012 sampai dengan April 2013) menunjukkan stasiun 3 dan 5 sedikit berbeda dibandingkan stasiun lainnya (Gambar 13A). Stasiun 3 (lebung Suak Buayo) memiliki nilai BOD, COD dan TP yang relatif lebih rendah dibandingkan stasiun lainnya, sedangkan stasiun 5 (kanal perkebunan kelapa sawit) memiliki nilai pH, COD, TP dan nitrat yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya (Lampiran 2).

Variasi kesamaan karakteristik kualitas air pada musim surut (Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013) menunjukkan terdapat dua kelompok stasiun yang memiliki kesamaan lebih besar yaitu kelompok yang terdiri dari stasiun 1, 4 dan 5 dan kelompok yang terdiri dari stasiun 3 dan 7 (Gambar 13B). Berdasarkan nilai parameter kualitas air (Lampiran 2), menunjukkan bahwa parameter kunci yang membedakan antara dua kelompok tersebut adalah nilai COD dari stasiun 3 dan 7 dan yang lebih rendah (nilai COD  $50.18$  dan  $54.78 \text{ mgL}^{-1}$ ) dibandingkan dengan stasiun 1, 4 dan 5 ( $92.38$ ;  $101.78$ ;  $110.15 \text{ mgL}^{-1}$ ).

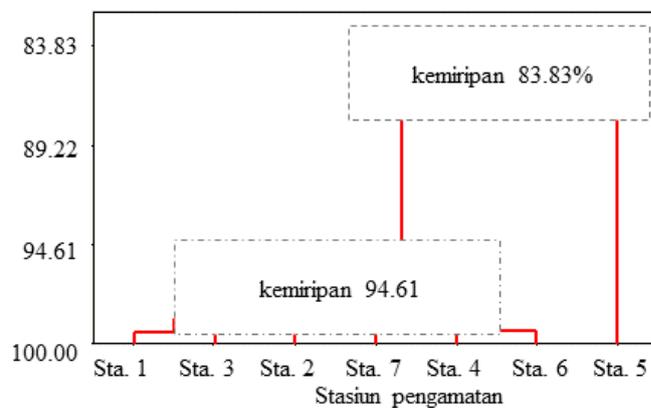
A



B



C



Keterangan :

Musim : A. MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013); B. MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013), pada musim ini stasiun 2 dan 6 memiliki ketinggian air yang rendah (sekitar 10 cm); C. MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)

Stasiun : Sta. 1 : Kapak Hulu; Sta. 2 : Lebak Kumpai 1; Sta. 3 : Suak Buayo; Sta. 4 : Lebung Proyek; Sta. 5 : kanal perkebunan kelapa sawit; Sta. 6 : Lebak Kumpai 2; Sta. 7 : segmen sungai bagian hilir RBLL

Gambar 13 Variasi kesamaan karakteristik kualitas air antar stasiun pada setiap musim

Hasil analisis cluster pada musim banjir 2 (Gambar 13C) menunjukkan bahwa stasiun 5 (kanal perkebunan sawit) sedikit berbeda dengan stasiun lain. Beberapa parameter kualitas air menunjukkan bahwa stasiun ini memiliki karakteristik yang sedikit berbeda dengan stasiun lain (Lampiran 2). Beberapa parameter menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan stasiun lain antara lain kecerahan, pH dan DO, namun beberapa parameter kualitas air menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lain, antara lain kekeruhan, DHL, nitrit dan ortofosfat.

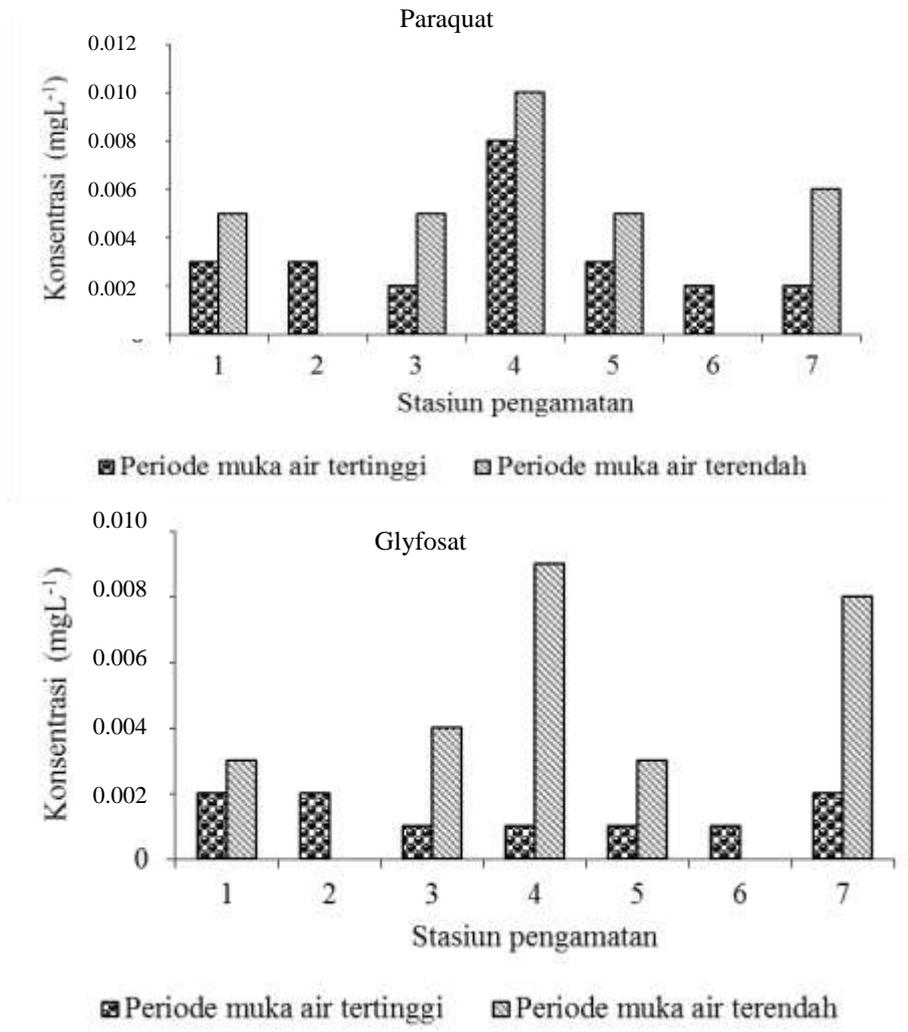
### **Risiko Ekobiologis Herbisida Paraquat dan Glyfosat**

Karakteristik kualitas air di RBLL, selain dipengaruhi oleh perubahan fluktuasi muka air juga dipengaruhi oleh adanya masukan limbah antropogenik. Menurut artikel Penggunaan pestisida di perkebunan kelapa sawit (2005), terdapat 25 jenis pestisida yang digunakan di perkebunan kelapa sawit. Jenis yang paling banyak digunakan adalah paraquat dan glyfosat. Hasil analisis terhadap kandungan pestisida terutama jenis herbisida glyfosat dan paraquat ditemukan pada sampel air di seluruh area pengamatan (Gambar 14).

Berdasarkan Gambar 14 terlihat bahwa konsentrasi tertinggi herbisida baik jenis paraquat maupun glyfosat ditemukan di stasiun lebung proyek (stasiun 4). Hal ini disebabkan, lebung proyek merupakan lebung buatan yang terletak berdekatan dengan kanal utama perkebunan kelapa sawit. Lebung ini mendapat limpasan dari kanal pada saat musim banjir atau tergenang, namun area ini tertutup atau tidak memiliki konektivitas dengan sungai pada saat musim kering sehingga diduga herbisida terkonsentrasi di area ini. Hal ini dijelaskan oleh Walling dan Owens (2003), nutrisi dan beberapa jenis kontaminan termasuk pestisida dan logam berat terdeposit dan terakumulasi selama banjir dan dapat juga bergerak kembali ke sungai. Deposit bahan-bahan tersebut di bagian lebung menyebabkan adanya akumulasi yang berakibat peningkatan tingkat kontaminasi di area ini.

Kanal perkebunan yang diduga merupakan sumber utama dari kedua jenis herbisida ini, memiliki konsentrasi yang tidak terlalu besar. Hal ini diduga karena air kanal bersifat mengalir dengan arus air 0.44 m/detik pada musim banjir 1 dan 0.14 m/detik pada musim surut. Aliran air ini yang menyebabkan herbisida tidak terkonsentrasi dan diduga juga cenderung menyebabkan tingginya konsentrasi kedua jenis herbisida ini terutama dari golongan glyfosat di stasiun sungai bagian hilir area RBLL atau stasiun 7.

Konsentrasi paraquat dan glyfosat pada periode muka air terendah (surut) cenderung lebih besar dibandingkan pada periode muka air tertinggi (Gambar 14). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi herbisida lebih banyak dipengaruhi oleh volume air. Peningkatan volume pada saat musim banjir menyebabkan terjadinya proses pengenceran sehingga konsentrasi herbisida menjadi menurun. Selain itu, mekanisme kerja herbisida yang memutus proses fotosintesis menyebabkan herbisida jarang diaplikasikan pada musim hujan karena tidak ada atau kurangnya cahaya matahari. Menurut Smalling *et al.* (2007), input pestisida terlarut ke badan air di rawa banjiran tergantung pada beberapa faktor, antara lain waktu aplikasi penggunaan pestisida, jumlah pestisida yang digunakan, curah hujan dan arus air.



Stasiun (Sta. ): 1 : Kapak Hulu; 2 : Lebak Kumpai 1; 3 : Suak Buayo; 4 : Lebung Proyek; 5 : kanal perkebunan kelapa sawit; 6 : Lebak Kumpai 2; 7 : segmen sungai bagian hilir RBL

Gambar 14 Konsentrasi herbisida paraquat dan glyfosat pada masing-masing stasiun dan antar dua periode muka air (tertinggi dan terendah)

Konsentrasi pestisida paraquat dan glyfosat yang diperoleh tergolong rendah apabila dibandingkan dengan beberapa pedoman baku mutu kedua jenis pestisida ini di perairan (Tabel 3). Selain dari baku mutu tersebut, Eisler (1990) menetapkan konsentrasi paraquat kurang dari  $0.5 \text{ mgL}^{-1}$  untuk ikan jenis *carp*. Paraquat merupakan herbisida yang bersifat toksik terhadap ikan (Akinloye *et al.* 2011; Akinsorotan 2014).

Tabel 3 Nilai baku mutu paraquat dan glyfosat

Peruntukan baku mutu	Nilai baku mutu		Pedoman baku mutu	Referensi
	Paraquat (mgL <sup>-1</sup> )	Glyfosat (mgL <sup>-1</sup> )		
Air minum	0.04	0.2	<i>The Australian and New Zealand Environment &amp; Conservation Council</i> (ANZECC)	Bowmer <i>et al.</i> (1998)
Air minum	0.01	0.28	<i>Guidelines for Canadian Drinking Water Quality</i>	PWGSC (2011)
Air minum	0.02		US EPA ( <i>United States Environmental Protection Agencies</i> )	Shia <i>et al.</i> (2013)
Perlindungan ekosistem air tawar		0.065	NSW EPA ( <i>The New South Wales Environmental Protection Agencies</i> )	Bowmer <i>et al.</i> (1998)

Berdasarkan konsentrasi kedua jenis herbisida pada masing-masing stasiun pengamatan serta nilai LC<sub>50</sub> 96 jam dari beberapa jenis ikan (Tabel 4) diperoleh nilai risiko ekobiologis dari kedua jenis herbisida tersebut (Tabel 5). Tabel 5 tersebut terlihat bahwa risiko ekobiologis kedua jenis herbisida terhadap ikan tergolong masih rendah (<0.01) kecuali risiko ekobiologis glyfosat terhadap *Clarias gariepinus* pada periode muka air terendah yang tergolong sedang (0.01<RQ≤0.1). Nilai RQ herbisida glyfosat yang lebih besar pada ikan *C. gariepinus* disebabkan jenis herbisida yang digunakan dari golongan Dizensate (N-phosphonomethyl glycine) yang tergolong sangat toksik terhadap ikan antara lain dapat menimbulkan kematian, pergerakan tidak normal, kulit terkelupas, dan kehilangan refleks (Akinsorotan *et al.* 2013).

Tabel 4 Nilai LC<sub>50</sub>96 dari paraquat dan glyfosat terhadap beberapa jenis ikan

Jenis Herbisida		Jenis Ikan	Stadia	LC <sub>50</sub> 96 (mg/L)	Referensi
Paraquat	Paraquat dichloride	<i>Clarias gariepinus</i>	juvenil	1.75	Ladipo dan Doherty (2011)
	Paraquat	<i>Trichopodus trichopterus</i>	dewasa	1.41	Banaee <i>et al.</i> (2013)
	Paraquat	<i>Cyprinus carpio</i>	dewasa	15.11	Ma <i>et al.</i> (2014)
Glyfosat	Dizensate glyfosat	<i>Clarias gariepinus</i>	juvenil	0.295	Akinsorotan (2014)
	Glyfosat Roundup	<i>Channa punctatus</i>	dewasa	32.54	Nwani <i>et al.</i> (2010)

Tabel 5 Risiko ekobiologis (*Risk Quotient*, RQ) herbisida paraquat dan glyfosat pada beberapa jenis ikan

Jenis herbisida	Jenis ikan	RQ (rerata±simpangan baku) pada	
		Muka air tertinggi (Februari 2013)	Muka air rendah (Juli 2013)
Paraquat	<i>C. gariepinus</i>	0.0019±0.0012	0.0035±0.0012
	<i>T. trichopterus</i>	0.0023±0.0015	0.0044±0.0016
	<i>C. carp</i>	0.0002±0.0001	0.0004±0.0002
Glyfosat	<i>C. gariepinus</i>	0.0049±0.0018	<b>0.0183±0.0097</b>
	<i>C. punctatus</i>	0.000044±0.000016	0.00017±0.00009

Nilai LC<sub>50</sub>96 paraquat dan glyfosat masing-masing ikan berdasarkan referensi pada Tabel 4. Angka yang dicetak tebal menunjukkan kategori risiko ekobiologis sedang (0.01<RQ≤0.1)

Menurut Palma *et al.* (2004), nilai RQ <1 menunjukkan tidak ada efek samping yang terjadi disebabkan paparan jenis herbisida tersebut ke dalam perairan. Meskipun demikian perlu diwaspadai efek *additif* atau *sinergisme* antar berbagai jenis herbisida yang dapat menyebabkan risiko ekobiologis yang lebih besar pada ikan dan organisme perairan lainnya yang berada di area RBLL maupun rawa banjiran di sekitarnya.

Informasi mengenai nilai LC<sub>50</sub>96 ikan khas rawa banjiran terutama RBLL masih sangat terbatas. Hal ini menyebabkan nilai RQ yang diperoleh menggunakan nilai LC<sub>50</sub>96 dari beberapa jenis ikan rawa yang juga dapat ditemukan di RBLL (*T. trichopterus*), memiliki kekerabatan dengan ikan yang ada di RBLL (*C. gariepinus*, *C. punctatus*), atau merupakan bioindikator universal seperti *C. carpio*. Untuk itu, perlu kajian mendalam mengenai toksisitas bahan antropogenik terutama herbisida terhadap ikan khas rawa banjiran.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa selama tahun penelitian, area lebak kumpai tidak benar-benar kering pada saat musim surut. Kualitas air RBLL selama setahun pengamatan menunjukkan karakteristik yang hampir sama, yaitu pH cenderung asam, keruh, kandungan oksigen rendah dan konsentrasi total nitrogen dan total fosfor yang tinggi. Karakteristik kualitas air yang hampir sama pada masing-masing stasiun juga dipengaruhi oleh konektivitas antar habitat. Perairan RBLL juga terindikasi mengandung herbisida jenis paraquat dan glyfosat dengan risiko ekobiologis yang ditimbulkan dari kedua jenis herbisida ini sebagian besar masih tergolong rendah terhadap beberapa jenis ikan.

### 3 STATUS MUTU AIR RAWA BANJIRAN LUBUK LAMPAM

#### Pendahuluan

Lubuk Lampam merupakan salah satu rawa banjiran yang terletak di sungai Lempuing yang merupakan bagian dari sistem sungai Musi di Sumatera Selatan. Rawa banjiran Lubuk Lampam (RBLL) memiliki nilai penting dalam pertumbuhan ekonomis lokal terutama untuk aktivitas perikanan dan pertanian. Pemerintah Indonesia telah menetapkan sebagian kawasan ini sebagai kawasan suaka perikanan atau kawasan konservasi perairan, antara lain lebung Proyek, lebung Suak Buayo dan suaka perikanan sungai dibagian hulu RBLL yaitu Kapak Hulu (Gambar 2). Kawasan suaka perikanan ini ditetapkan sebagai salah satu upaya untuk menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan di RBLL.

Kualitas air RBLL memiliki sifat alami terkait dengan fluktuasi muka air sebagai indikator banjir musiman (Welcomme 1979; Junk 2006; Junk & Bayle 2007). Dampak perubahan iklim terhadap perubahan curah hujan lokal menyebabkan adanya perubahan fluktuasi muka air sehingga terjadi perubahan periode banjir atau periode penggenangan. Perubahan periode tergenang dan kering ini mempengaruhi intensitas peningkatan tekanan lingkungan berupa bahan antropogenik di perairan rawa banjiran sehingga dapat menurunkan status mutu dan kesuburan perairan (Welcomme 1979; Arantes *et al.* 2011).

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 (KLH 2003), status mutu air didefinisikan sebagai *tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan*. Sedangkan mutu air didefinisikan sebagai *kondisi air yang diukur atau diuji berdasarkan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku*. Definisi sumber air adalah *wadah air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini akuifer, mata air, sungai, rawa, danau, situ, waduk, dan muara*. Peraturan tersebut juga menyebutkan bahwa *penentuan status mutu air dilakukan dengan dua metode yaitu metode STORET dan indeks pencemaran, meskipun demikian dalam situasi dan kondisi tertentu dapat digunakan metode lain namun harus berdasarkan kaidah ilmu pengetahuan dan teknologi serta mendapat rekomendasi dari instansi yang bertanggung jawab di bidang pengelolaan lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan*.

Ekosistem rawa banjiran sering mengalami permasalahan terutama adanya pencemaran dari pemukiman dan lahan pertanian (Peacock 2003; Shields *et al.* 2011; Firdaus & Nakagoshi 2013). Perkembangan pertanian di lahan basah terutama rawa banjiran disebabkan area ini merupakan area yang subur atau tanah kaya nutrisi, dekat dengan sumber air dan mudahnya akses saluran air (Verhoven & Setter 2009). Sejak sekitar tahun 2005, di area RBLL dan sekitarnya telah berkembang usaha perkebunan kelapa sawit (Husnah 2008). Berdasarkan hasil analisis menggunakan sistem informasi geografis (SIG) dan *remote sensing* dari Landsat dan Worldview-2 terhadap data luasan area RBLL tahun 2001 dan 2013, area RBLL telah berkurang sekitar 74.3 hektar. Area tersebut telah berubah menjadi perkebunan kelapa sawit (Gambar 3).

Bahan-bahan pencemar dari perkebunan kelapa sawit antara lain pestisida (terutama herbisida), bahan organik dari pupuk maupun bahan kimia pertanian lainnya. Industri pengolahan minyak sawit menghasilkan beberapa jenis limbah baik dalam bentuk cair maupun padat. Limbah cair dihasilkan dari ekstraksi minyak dan proses pengolahannya sementara limbah padat dihasilkan antara lain dari daun, batang, tandan dan sisa buah. Limbah cair dari minyak sawit mentah biasanya disebut *palm oil mill effluent* atau POME (Singh *et al.* 2010). Menurut estimasi, sekitar 2.5-3.5 ton POME dihasilkan dari setiap 1 ton produksi minyak sawit mentah (Yacob *et al.* 2005; Singh *et al.* 2010; Madaki & Lau 2013).

Karakteristik POME antara lain pH rendah yaitu 4.7, konsentrasi tinggi dari kebutuhan oksigen kimia (*chemical oxygen demand*, COD)  $5 \times 10^4 \text{ mgL}^{-1}$ , kebutuhan oksigen biologi (*biological oxygen demand*, BOD)  $2.5 \times 10^4 \text{ mgL}^{-1}$  dan mengandung total padatan  $40.5 \times 10^2 \text{ mgL}^{-1}$ , minyak dan lemak  $4 \times 10^3 \text{ mgL}^{-1}$ , total nitrogen sebesar  $750 \text{ mgL}^{-1}$  dan fosfor  $180 \text{ mgL}^{-1}$  yang tinggi (Ma 2000). Limbah antropogenik ini berpotensi memberikan pengaruh negatif terhadap kualitas air RBLL.

Di sisi lain, kualitas air RBLL memiliki sifat alami terkait dengan fluktuasi muka air sebagai indikator banjir musiman (Welcomme 1979; Junk 2006; Junk & Bayle 2007). Secara umum, morfologi dan fluktuasi muka air di RBLL telah dikaji oleh Samuel (2008a) dan Utomo *et al.* (2008). Meskipun demikian, informasi mengenai pengaruh limbah antropogenik dan penurunan luas area RBLL terhadap status mutu air terkait dengan periode banjir musiman masih sedikit. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji dampak perubahan muka air dan limbah antropogenik terhadap status mutu air di RBLL. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan strategi pengelolaan rawa banjiran.

## Bahan dan Metode

Rawa banjiran Lubuk Lampam seluas 1 200 ha, terletak di Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan (Gambar 3). Tipe habitat RBLL terdiri atas bagian hutan daratan (talang), hutan rawang, lebak kumpai dan segmen sungai. Di bagian lebak kumpai terdapat bagian yang lebih dalam dan berair secara permanen disebut lebung. Masing-masing tipe habitat ini memiliki periode penggenangan yang berbeda. Selama musim hujan, seluruh area akan tergenang air kecuali bagian hutan daratan sehingga semua area menjadi satu unit ekosistem perairan. Pada musim kering, seluruh area menjadi kering, kecuali bagian lebung dan sungai.

Berdasarkan perbedaan periode penggenangan, lokasi pengamatan adalah : (a) stasiun 1 yaitu Kapak Hulu merupakan segmen sungai di bagian hulu, (b) stasiun 2, yaitu lebak kumpai 1 merupakan area lebak kumpai, (c) stasiun 3 merupakan lebung alami, Suak Buayo, (d) stasiun 4 merupakan lebung buatan, lebung Proyek, (e) stasiun 5, yaitu saluran kanal dari perkebunan kelapa sawit, kanal perkebunan, (f) stasiun 6, yaitu lebak kumpai 2 dan (g) stasiun 7 merupakan segmen sungai di bagian hilir RBLL (Gambar 2).

Pengukuran parameter kualitas air *in situ* dan pengambilan sampel air dilakukan setiap bulan dari Bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013 pada minggu kedua atau ketiga, sedangkan pengukuran ketinggian muka air dilakukan setiap minggu, di seluruh lokasi pengamatan kecuali pada musim kering

hanya dilakukan pada stasiun yang masih berair. Pengambilan sampel air untuk analisis minyak dan lemak dan deterjen dilakukan hanya 3 kali yaitu pada saat banjir (Bulan Desember 2012), muka air tertinggi (Bulan Februari 2013) dan muka air rendah (Bulan Juli 2013). Pengambilan sampel air untuk analisis herbisida paraquat dan glyfosat dilakukan 2 kali, yaitu pada saat muka air tertinggi (Bulan Februari 2013) dan rendah (Bulan Juli 2013).

Parameter kualitas air yang diukur langsung di lapangan (*in situ*), antara lain temperatur, pH, kedalaman air, daya hantar listrik atau konduktivitas, kandungan oksigen terlarut, dan kecerahan. Sampel air diambil untuk analisis parameter total nitrogen, nitrit, nitrat, COD, BOD<sub>5</sub>, orthofosfat, total fosfor, alkalinitas, minyak dan lemak, deterjen dan herbisida (paraquat dan glyfosat). Sampel air disimpan dalam botol *polyetylen* (kecuali untuk minyak dan lemak disimpan dalam botol gelas, dan BOD disimpan dalam botol BOD). Air sampel disimpan pada suhu sekitar 4°C dan segera dibawa ke laboratorium untuk dianalisis. Parameter kualitas air dan alat atau metode yang digunakan disajikan pada Lampiran 1. Prosedur pengambilan, penyimpanan, pengangkutan dan analisis sampel air dilakukan berdasarkan *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* (APHA 1998).

Evaluasi status mutu air menggunakan 2 metode yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 (KLH 2003) mengenai pedoman penentuan status mutu air yaitu indeks pencemaran (*Water Pollution Index*, WPI) dan indeks *Storage and Retrieval* (STORET). Metode WPI digunakan untuk menilai kualitas air untuk suatu peruntukan serta memberi masukan pada pengambil keputusan untuk memperbaiki kualitas air jika terjadi penurunan kualitas air karena adanya bahan pencemar. Indeks WPI ditentukan dari resultan nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per parameter terhadap nilai baku mutunya hanya dari satu waktu pengamatan. Metode WPI dari Nemerow dan Sumitomo (1970), telah diaplikasikan untuk penentuan status mutu air antara lain oleh Chen *et al.* (2012); Suwandana (2012) dan Nachiyunde *et al.* (2013).

Indeks STORET merupakan salah satu metode untuk menentukan status mutu air yang umum digunakan. Penentuan status mutu air pada indeks STORET dihitung berdasarkan maksimum, minimum dan rerata dari beberapa data pengamatan atau data dari waktu ke waktu (*times series data*). Perhitungan indeks STORET berdasarkan sistem skoring dari hasil pengukuran dibandingkan dengan nilai baku mutunya. Indeks STORET telah diaplikasikan untuk menentukan status mutu air antara lain oleh Matahelumual (2007); Debby *et al.* (2009); serta Setiadi dan Fahana (2010). Kedua metode tersebut telah diaplikasikan untuk menentukan status mutu air sungai, waduk dan sumur.

Indeks pencemaran (WPI) adalah fungsi dari  $C_i/L_j$ ,  $C_i$  adalah konsentrasi parameter ke- $i$  dan  $L_j$  adalah konsentrasi yang ditetapkan dalam baku mutu. Nilai WPI diperoleh berdasarkan formula :

$$WPI = \sqrt{\frac{(C_i/L_j)_{max}^2 + (C_i/L_j)_{ave}^2}{2}}$$

$C_i$  adalah konsentrasi hasil pengukuran parameter ke- $i$ ,  $L_j$  adalah baku mutu parameter ke- $i$  untuk peruntukan air ke- $j$  (yaitu untuk peruntukan perikanan), dan  $(C_i/L_j)_{max}$  dan  $(C_i/L_j)_{ave}$  adalah nilai maksimum dan rata-rata dari  $C_i/L_j$ . Baku mutu

air yang digunakan berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82/2001 (PP RI 2001) dan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan No. 16 tahun 2005 (PEMDA SUMSEL 2005), khususnya untuk perikanan. Hasil perhitungan WPI diklasifikasikan dalam 4 kategori (Tabel 6).

Tabel 6 Klasifikasi status mutu perairan berdasarkan nilai WPI

Klasifikasi perairan	Nilai WPI
Tidak tercemar (sesuai baku mutu)	$0.0 \leq WPI \leq 1.0$
Tercemar ringan	$1.0 < WPI \leq 5.0$
Tercemar sedang	$5.0 < WPI \leq 10.0$
Tercemar berat	$WPI > 10.0$

Metode lain yang juga digunakan dalam penentuan status mutu air yaitu indeks STORET. Indeks ini berdasarkan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 115/2003 mengenai pedoman penentuan status mutu air. Konsep dasar indeks STORET adalah membandingkan antara data kualitas air yang diperoleh dengan standar baku mutu, selanjutnya diberi skor. Nilai skor berdasarkan pada sistem *United State-Environmental Protection Agencies* (US EPA). Metode ini memerlukan beberapa data *times series* pada masing-masing lokasi pengamatan, sehingga diperoleh rata-rata minimum dan maksimum masing-masing parameter kualitas air. Skor 0 (nol) diberikan jika data kualitas air memenuhi kriteria baku mutu, sedangkan apabila tidak memenuhi baku mutu, diberi skor (Tabel 7). Jumlah skor negatif dari keseluruhan parameter dihitung dan selanjutnya perairan diklasifikasikan dalam 4 kategori (Tabel 8).

Tabel 7 Skor nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

Jumlah parameter <sup>*)</sup>	Skor untuk parameter		
	Fisika	Kimia	Biologi
Minimum	-1	-2	-3
Maksimum	-1	-2	-3
Rata-rata	-3	-6	-9

Sumber : Canter (1977)

<sup>\*)</sup> Jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air kurang dari 10

Tabel 8 Klasifikasi status mutu perairan berdasarkan nilai STORET

Klasifikasi perairan	Nilai STORET
Tidak tercemar (sesuai baku mutu)	0
Tercemar ringan	-1 sampai dengan -10
Tercemar sedang	-11 sampai dengan -30
Tercemar berat	Lebih dari -30

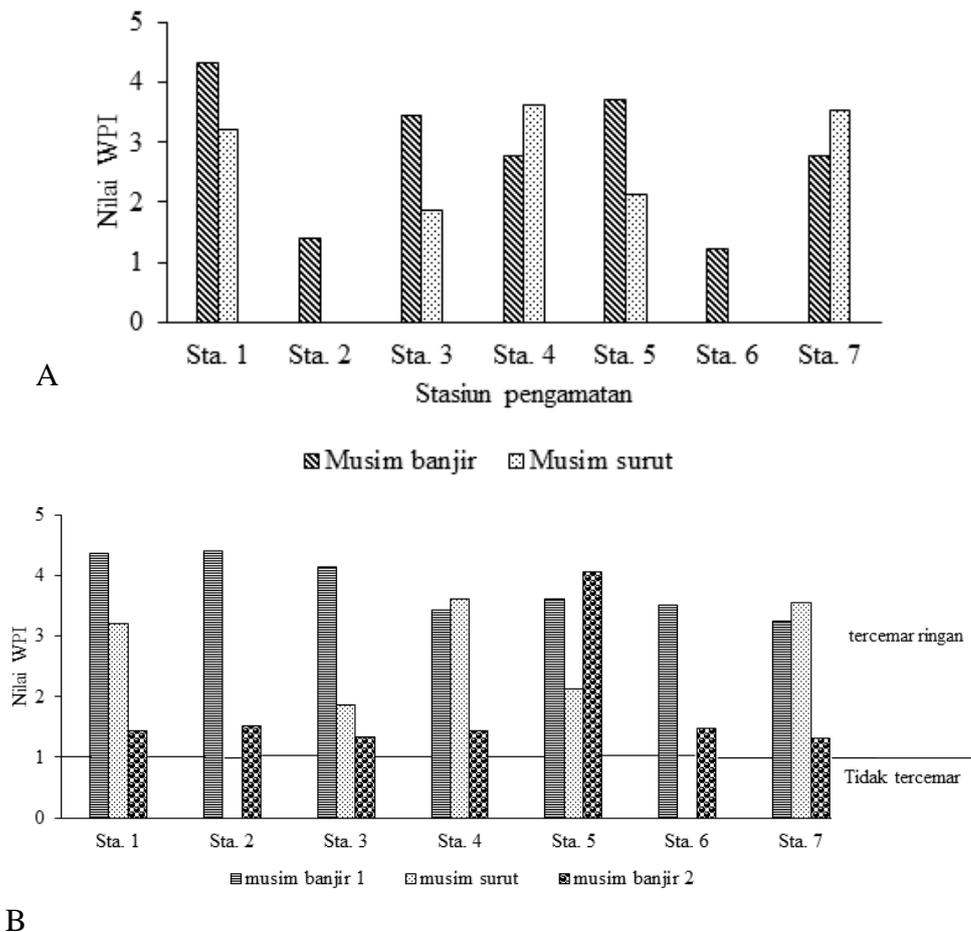
## Hasil dan Pembahasan

### Status Mutu Air Berdasarkan Nilai WPI

Berdasarkan hasil penelitian fluktuasi muka air terutama di area lebak kumpai pada Bab 2, maka selama satu tahun dapat dikategorikan dalam : a) musim banjir 1 pada bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013; b) musim kering atau surut pada bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013) dan c) musim banjir 2 bulan September 2013 sampai dengan November 2013). Kedua musim banjir (musim banjir 1 dan 2) merupakan gambaran dari musim banjir.

Berdasarkan nilai WPI antar stasiun antar musim banjir dan surut, perairan RBLL berada dalam kondisi tercemar ringan (Gambar 15). Tingkat pencemaran pada musim banjir lebih ringan dibandingkan dengan musim surut (Gambar 15A) pada stasiun lebung proyek (stasiun 4) dan segmen sungai bagian hilir RBLL (stasiun 7). Sedangkan pada stasiun Kapak Hulu (stasiun 1), Suak Buayo (stasiun 3) dan kanal perkebunan kelapa sawit (stasiun 5) menunjukkan kondisi sebaliknya. Pada musim banjir, ketiga stasiun ini juga memiliki tingkat pencemaran yang relatif lebih tinggi dibandingkan stasiun lain. Hal ini disebabkan pada stasiun 1 dan 3, selain dipengaruhi oleh kondisi kualitas air seluruh paparan rawa banjiran, juga menerima pengaruh dari bagian daerah tangkapan air di sepanjang sungai sebelum memasuki area RBLL, sedangkan stasiun 5 dipengaruhi oleh buangan limbah dari perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya. Pada musim surut, pengaruh kualitas air akan lebih dominan dipengaruhi oleh masing-masing kondisi habitat serta sumber pencemar utamanya.

Berdasarkan nilai WPI antara 2 musim banjir dan musim surut (Gambar 15B) menunjukkan musim banjir 2 pada keseluruhan lokasi kecuali di stasiun kanal perkebunan kelapa sawit (stasiun 5) memiliki nilai WPI yang lebih rendah atau tingkat pencemaran lebih ringan dibandingkan musim banjir 1 dan musim surut. Hal ini terkait dengan ketinggian muka air di area lebak kumpai yang masih tergenang meskipun pada musim surut serta ketinggian muka air yang masih lebih rendah dibandingkan periode musim banjir 1 sehingga air belum mencapai paparan hutan rawang yang relatif lebih tinggi dibandingkan lebak kumpai. Hal ini menyebabkan kualitas air pada musim banjir 2 belum mendapat pengaruh dari *runoff* yang berasal dari hutan rawang.

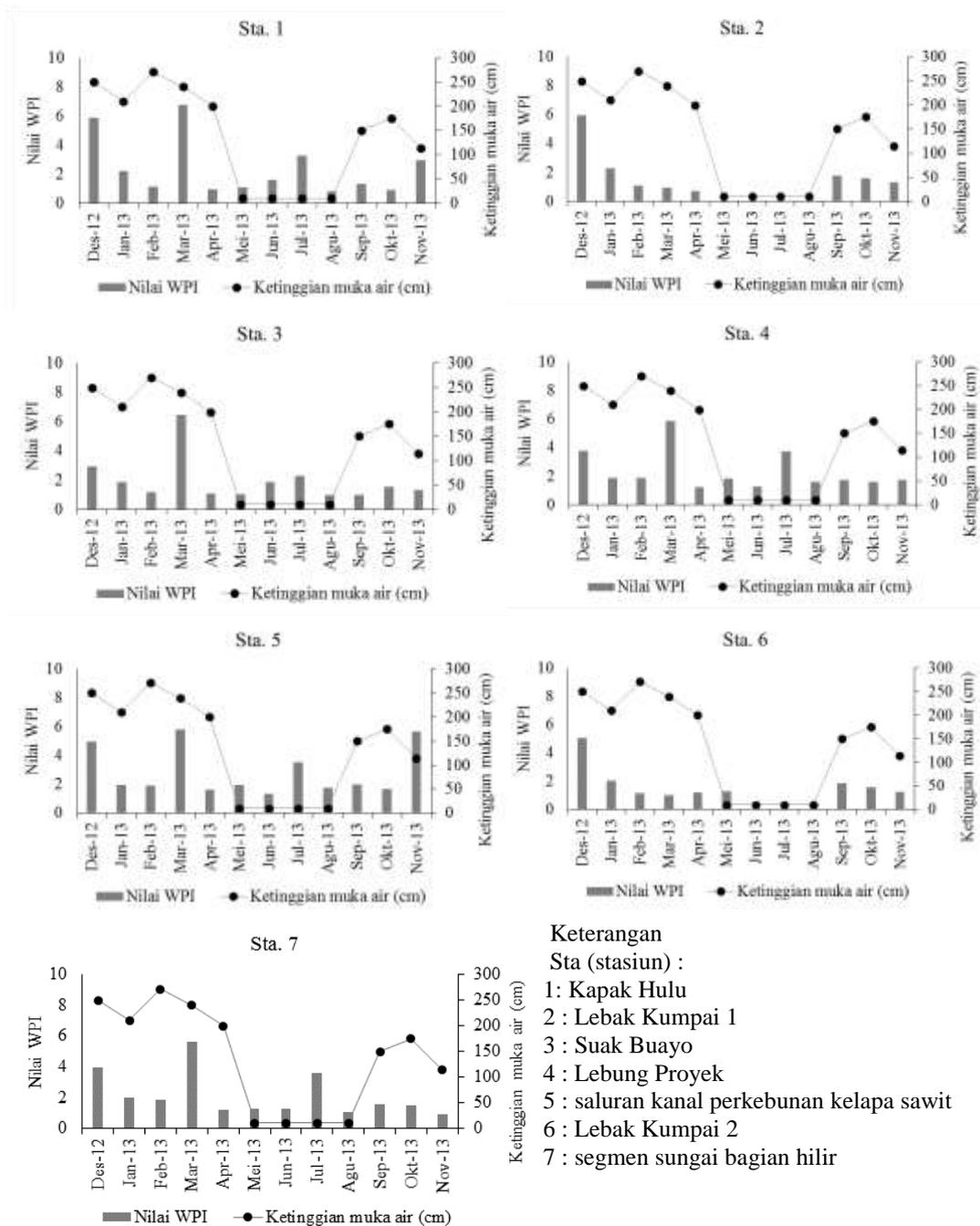


**Keterangan :**  
 Musim : Musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013); Musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013); Musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)  
 Stasiun (Sta. ): 1 : Kapak Hulu; 2 : Lebak Kumpai 1; 3 : Suak Buayo; 4 : Lebug Proyek; 5 : kanal perkebunan kelapa sawit; 6 : Lebak Kumpai 2; 7 : segmen sungai bagian hilir RBL

**Gambar 15** Status mutu air berdasarkan metode WPI pada musim banjir 1, musim surut dan musim banjir 2

Nilai WPI dan berbagai ketinggian muka air di setiap lokasi pengamatan (Gambar 16) menunjukkan nilai WPI berkisar 0.7 sampai dengan 6.8. Hal ini menunjukkan tingkat pencemaran di keseluruhan stasiun pengamatan berada pada tingkat tidak tercemar sampai dengan tercemar sedang. Berdasarkan persentase jumlah stasiun pada masing-masing klasifikasi mutu air berdasarkan nilai WPI menunjukkan bahwa perairan rawa banjiran dominan berada dalam kondisi tercemar ringan kecuali pada Bulan Maret 2013 yang dominan berada dalam kondisi tercemar sedang (Tabel 9).

Secara umum, tingkat pencemaran tinggi terjadi pada Bulan Desember 2012, meskipun nilai tertinggi di seluruh stasiun kecuali di kedua stasiun lebak kumpai dan segmen sungai bagian hilir terjadi pada Bulan Maret 2013 atau setelah terjadi muka air tertinggi di Bulan Februari 2013. Status pencemaran tertinggi di kedua stasiun lebak kumpai terjadi pada Bulan Desember 2012.



Gambar 16 Status mutu air berdasarkan nilai WPI dan fluktuasi muka air pada masing-masing stasiun selama satu tahun pengamatan

Tabel 9. Jumlah dan persentase jumlah stasiun berdasarkan klasifikasi kelas mutu air berdasarkan nilai WPI

Waktu pengamatan	Musim	Jumlah <sup>*)</sup> dan persentase stasiun <sup>**)</sup> yang termasuk klasifikasi kelas			
		Tidak tercemar	Tercemar ringan	Tercemar sedang	Tercemar berat
Desember 2012	Banjir	0 (0%)	5 (71%)	2 (29%)	0 (0%)
Januari 2013	Banjir	0 (0%)	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Pebruari 2013	Banjir	0 (0%)	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Maret 2013	Banjir	2 (29%)	0 (0%)	5 (71%)	0 (0%)
April 2013	Banjir	2 (29%)	5 (71%)	0 (0%)	0 (0%)
Mei 2013	Surut	1 (20%)	4 (80%)	0 (0%)	0 (0%)
Juni 2013	Surut	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Juli 2013	Surut	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
Agustus 2013	Surut	2 (40%)	3 (60%)	0 (0%)	0 (0%)
September 2013	Banjir	1 (14%)	6 (86%)	0 (0%)	0 (0%)
Oktober 2013	Banjir	1 (14%)	6 (86%)	0 (0%)	0 (0%)
November 2013	Banjir	1 (14%)	5 (71%)	1 (14%)	0 (0%)

Keterangan :

<sup>\*)</sup> Jumlah stasiun yang termasuk dalam kategori kelas WPI,

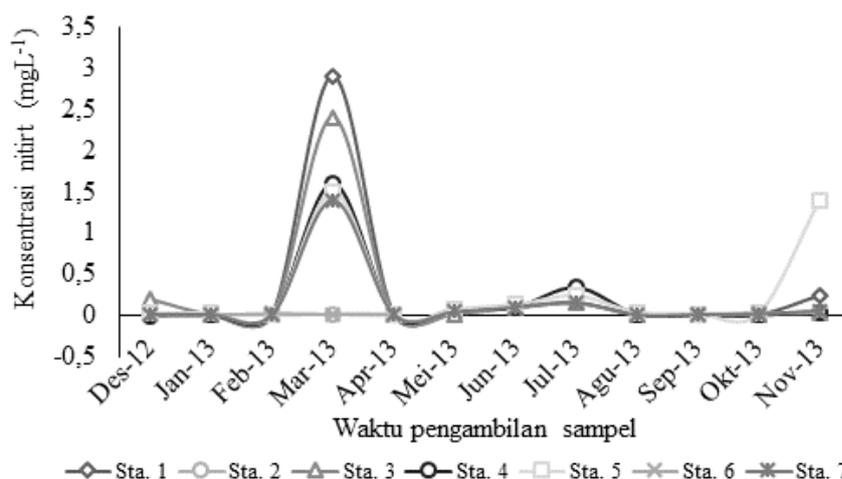
<sup>\*\*)</sup> Persentase stasiun adalah persentase jumlah stasiun yang masuk dalam kategori kelas dari keseluruhan jumlah stasiun yang diamati pada bulan tersebut. Jumlah total stasiun pada musim kering atau surut 5 stasiun, sedangkan pada musim banjir 7 stasiun.

Berdasarkan pola status mutu air selama satu tahun penelitian menunjukkan adanya kemiripan pola status mutu air pada masing-masing habitat yang diwakili oleh stasiun pengamatan. Habitat lebak kumpai yang diwakili oleh stasiun lebak kumpai 1 dan 2 menunjukkan pola status mutu yang mirip yaitu lebih tercemar di Bulan Desember 2012 selanjutnya tingkat pencemaran semakin menurun sampai dengan Bulan April 2013. Selanjutnya pola yang mirip juga terjadi pada Bulan September sampai dengan November 2013. Pola yang mirip juga ditunjukkan oleh stasiun lebung, baik Lebung Proyek maupun Lebung Suak Buayo terutama ditunjukkan dengan nilai WPI yang tinggi atau lebih tercemar pada Bulan Desember 2012 dan Maret 2013, meskipun pada Bulan Juli pada stasiun Lebung Proyek relatif lebih tercemar dibandingkan di Lebung Suak Buayo. Pola status mutu air di kanal perkebunan kelapa sawit hampir sama dengan pola status mutu air di lebung, namun pada Bulan November 2013, tingkat pencemaran meningkat sampai mencapai tingkat pencemaran sedang. Pola status mutu air pada segmen sungai di bagian hulu (Kapak Hulu) dan bagian hilir juga menunjukkan pola yang hampir sama dengan kondisi lebih tercemar pada Bulan Desember 2012, Maret 2013 dan Juli 2013, namun pada Bulan November 2013, segmen sungai bagian hulu relatif lebih tercemar dibandingkan dengan segmen bagian hilir.

Status mutu air yang diperoleh tersebut dipengaruhi konsentrasi bahan pencemar di perairan. Berdasarkan hasil pengamatan, status mutu air dengan menggunakan WPI ditentukan terutama oleh konsentrasi nitrit tertinggi diperoleh pada Bulan Maret 2013, dan konsentrasi minyak dan lemak diperoleh pada Bulan Desember 2012 (Gambar 17 dan 19). Konsentrasi nitrit yang diperoleh pada Bulan

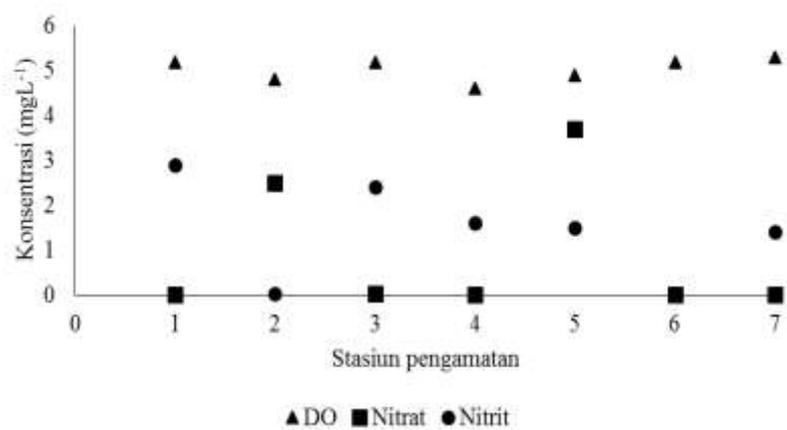
Maret pada masing-masing stasiun kecuali lebak kumpai berkisar  $1.4-2.9 \text{ mgL}^{-1}$ , melebihi baku mutu (PP RI 2001) sebesar  $0.06 \text{ mgL}^{-1}$ . Konsentrasi nitrit di atas  $0.02 \text{ mgL}^{-1}$  mengindikasikan perairan tercemar (Mesner & Geiger 2010). Salah satu sumber nitrit adalah senyawa organik dari lebak kumpai dan hutan rawa banjiran (hutan rawang) yang tergenang ketika terjadi banjir atau kenaikan muka air tinggi terutama kenaikan muka air tertinggi yang terjadi pada Bulan Februari 2013. Banjir membawa bahan organik dan anorganik tersuspensi maupun terlarut dari kedua area tersebut dan menyebar ke seluruh kawasan RBLL. Hal ini menyebabkan perluasan area tergenang, yang juga mengangkut sedimen yang kaya nutrisi (Verhoven & Setter 2009). Selama musim banjir ini, terdapat koneksi antara sungai, kanal perkebunan dan rawa banjiran, sehingga seluruh kawasan RBLL menerima nutrisi yang berasal dari dekomposisi vegetasi dan *humifikasi* lapisan hutan (Galavoti *et al.* 2010). Konsentrasi nitrit yang relatif rendah pada area lebak kumpai 1 diduga disebabkan terjadinya proses nitrifikasi menjadi nitrat. Hal ini terlihat dari kandungan oksigen di area ini juga relatif lebih rendah namun konsentrasi nitrat yang relatif tinggi dibandingkan stasiun lainnya (Gambar 18). Sedangkan pada stasiun lebak kumpai 2, konsentrasi nitrit sebenarnya relatif meningkat dibandingkan bulan lainnya, namun masih tergolong rendah dibandingkan stasiun lainnya (Gambar 17).

Konsentrasi tertinggi kandungan minyak dan lemak pada bulan Desember 2012 (Gambar 19) diduga berasal dari air yang tercemar limbah cair yang dihasilkan selama proses ekstraksi dalam pengolahan minyak sawit mentah. Menurut (Alade *et al.* 2011), perluasan atau ekspansi industri pengolahan minyak sawit menyebabkan peningkatan volume limbah cair yang mengandung konsentrasi tinggi minyak dan lemak. Substansi minyak dan lemak diduga menyebar di paparan rawa banjiran pada awal penggenangan. Banjir yang meningkatkan volume air sehingga menyebabkan konsentrasi minyak dan lemak terdeteksi menurun pada periode penggenangan.



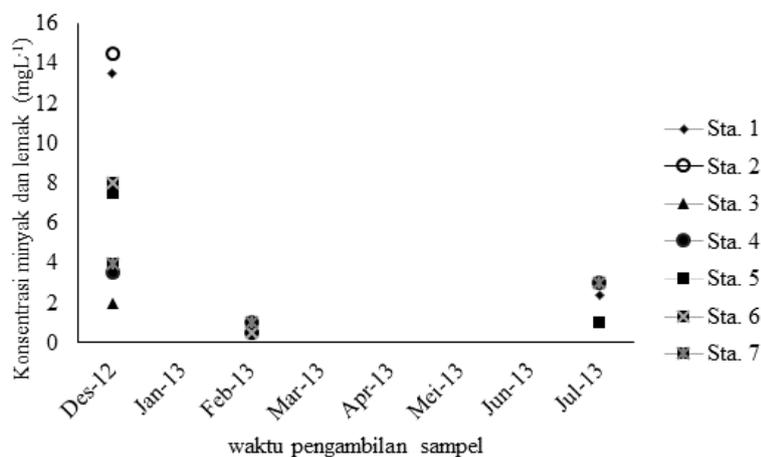
Keterangan : Sta (stasiun) : 1(Kapak Hulu); 2 (Lebak Kumpai 1); 3 (Suak Buayo); 4 (Lebung Proyek); 5 (saluran kanal perkebunan kelapa sawit); 6 (Lebak Kumpai 2); 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 17 Konsentrasi nitrit pada masing-masing stasiun



Keterangan : Sta (stasiun) : 1(Kapak Hulu); 2 (Lebak Kumpai 1); 3 (Suak Buayo); 4 (Lebung Proyek); 5 (saluran kanal perkebunan kelapa sawit); 6 (Lebak Kumpai 2); 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 18 Konsentrasi nitrit, DO dan nitrat pada Bulan Maret 2013



Keterangan : Sta (stasiun) : 1 (Kapak Hulu); 2 (Lebak Kumpai 1); 3 (Suak Buayo); 4 (Lebung Proyek); 5 (saluran kanal perkebunan kelapa sawit); 6 (Lebak Kumpai 2); 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

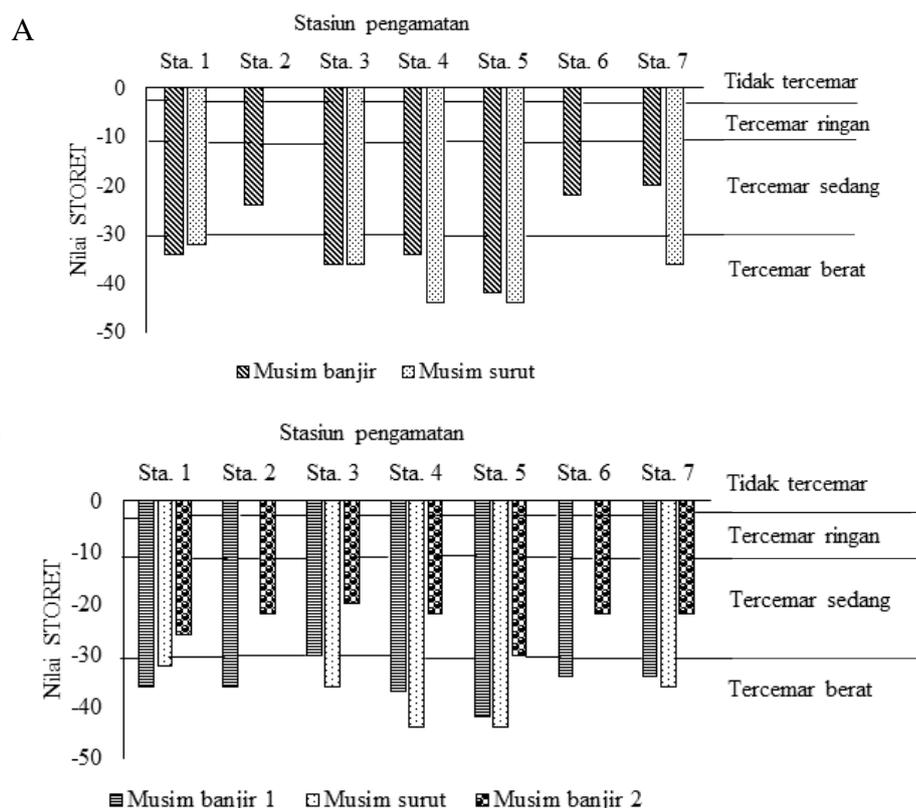
Gambar 19 Konsentrasi minyak dan lemak pada masing-masing stasiun

### Status Mutu Air Berdasarkan Indeks STORET

Indeks STORET merupakan indeks yang menggunakan data dari waktu ke waktu (*times series*). Parameter minyak dan lemak, deterjen dan herbisida glyfosat tidak memenuhi ketentuan tersebut (Lampiran 3). Hal ini disebabkan parameter tersebut hanya diukur 3 kali selama satu tahun pengamatan yaitu pada Bulan Desember 2012, Februari 2013 dan Juli 2013. Oleh sebab itu, maka penghitungan indeks STORET pada musim banjir 1 menggunakan data Bulan Desember 2012 dan Februari 2013, musim surut dengan menggunakan data Bulan Juli 2013, sedangkan pada musim banjir 2 tidak terdapat data untuk ketiga parameter tersebut.

Berdasarkan indeks STORET kualitas air di RBLL terlihat berada dalam status tercemar sedang sampai dengan tercemar berat (Gambar 20). Kondisi mutu

air lebih baik pada musim banjir di keseluruhan lokasi kecuali di stasiun segmen sungai bagian hulu (stasiun 1) dengan kondisi lebih baik pada musim surut, serta Suak Buayo yang cenderung berada pada status mutu air yang sama (Gambar 20A). Hal ini disebabkan pada musim banjir stasiun sungai bagian hulu dan Suak Buayo dipengaruhi oleh kualitas air dari paparan rawa banjiran terutama dari lebak kumpai dan hutan rawang serta kondisi air dari daerah tangkapan air di bagian hulu sungai Lempuing. Mutu air relatif lebih baik pada musim banjir 2 dengan status mutu air sedang (Gambar 20B), namun pada stasiun ini tidak dilakukan pengambilan sampel air untuk analisis minyak dan lemak, deterjen dan glyfosat.



Keterangan :

Musim : Musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013); Musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013); Musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013).

Stasiun (Sta. ) : 1 : Kapak Hulu; 2 : Lebak Kumpai 1; 3 : Suak Buayo; 4 : Lebung Proyek; 5 : kanal perkebunan kelapa sawit; 6 : Lebak Kumpai 2; 7 : segmen sungai bagian hilir RBLL

Gambar 20 Status mutu air berdasarkan metode STORET pada : (A) musim banjir dan surut; (B) musim banjir 1, musim surut dan musim banjir 2

Status mutu air RBLL yang diperoleh berdasarkan indeks STORET disebabkan nilai beberapa parameter kualitas air tidak memenuhi baku mutu (Lampiran 3), antara lain DO, nitrit, ortofosfat dan COD. Selain itu, nilai pH di keseluruhan stasiun pengamatan berada di bawah nilai minimum pH baku mutu. Meskipun demikian, DPO yang rendah serta pH perairan yang rendah atau kondisi asam merupakan karakteristik alami rawa (Welcomme 1979; Vegas-Vilarrubia &

Herrera 1993). Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut juga menunjukkan minyak dan lemak menjadi salah satu parameter kunci dalam penentuan status mutu perairan di RBLL.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode memberikan kesimpulan yang berbeda terhadap status mutu air di RBLL. Menurut Firdaus dan Nakagoshi (2013) kedua metode ini menghasilkan kesimpulan yang berbeda disebabkan perbedaan prinsip input data dalam penghitungan. Penentuan status mutu air ini juga sangat terkait dengan parameter kunci (*key parameters*) dari berbagai parameter kualitas air yang diukur dan atau dianalisis. Menurut Saraswati *et al.* (2014), indeks pencemaran dengan sedikit atau banyak parameter tidak cukup sensitif membedakan kelas status mutu air, sedangkan indeks STORET cukup sensitif merespon dinamika indeks kualitas air dengan sedikit atau banyak parameter. Berdasarkan aplikasi serta hasil yang diperoleh, kedua metode memiliki kelebihan dan kekurangan atau kelemahan (Tabel 10).

Tabel 10 Kelebihan dan kekurangan metode WPI dan STORET

	Metode WPI	Metode STORET
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat diaplikasikan menggunakan data atau pengamatan tunggal, selanjutnya status mutu air dapat ditentukan pada masing-masing titik pengamatan</li> <li>- Intensitas kontaminan dapat langsung diketahui</li> <li>- Lebih menggambarkan kondisi yang sebenarnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penghitungan lebih sederhana dan lebih cepat</li> <li>- Lebih sensitif karena bersifat skoring sehingga melebihi baku mutu sedikit mendapat skor negatif yang sama dengan melebihi baku mutu yang besar</li> </ul>
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kurang sensitif</li> <li>- Penghitungan lebih kompleks, melalui berbagai langkah atau tahap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dibutuhkan lebih dari satu set data (<i>data time series</i> atau data dari titik di beberapa stasiun)</li> <li>- Tidak dapat diaplikasikan pada data tunggal</li> </ul>

Kedua metode ini digunakan untuk penentuan status mutu perairan dengan fokus tujuan yang berbeda. Secara umum, metode WPI memberikan gambaran status mutu air faktual pada satu waktu tertentu sehingga mempermudah dalam penentuan strategi penanggulangan atau perbaikan ketika terindikasi terjadi kerusakan lingkungan yang disebabkan senyawa pencemar. Sedangkan metode STORET memberi gambaran umum status mutu perairan dan bersifat lebih sensitif sehingga penggunaan metode ini akan lebih tepat dalam upaya memberikan peringatan yang lebih baik dalam mencegah terjadinya kerusakan lingkungan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa status mutu air dengan menggunakan metode WPI antar stasiun dan antar musim pengamatan menunjukkan bahwa perairan RBLL berada dalam status tercemar ringan. Berdasarkan nilai WPI antar stasiun dan bulan menunjukkan sebagian besar berada

dalam status tercemar ringan, namun pada Bulan Desember 2012 dan Maret 2013 terjadi penurunan status mutu air sampai mencapai status tercemar sedang terutama disebabkan tingginya konsentrasi nitrit pada Bulan Maret 2013 dan tingginya konsentrasi minyak dan lemak pada Bulan Desember 2012. Hasil yang diperoleh ini memberikan informasi untuk upaya perbaikan kualitas air dengan fokus pada waktu dan senyawa pencemar yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air.

Status mutu air di RBLL berdasarkan indeks STORET menunjukkan status tercemar sedang sampai dengan tercemar berat. Status mutu air berdasarkan indeks STORET ini disebabkan beberapa parameter kualitas tidak memenuhi baku mutu, antara lain pH, nitrit, ortofosfat, COD, minyak dan lemak. Metode STORET bersifat lebih sensitif terhadap tingkat pencemaran perairan sehingga metode ini lebih tepat untuk digunakan dengan tujuan pencegahan terjadinya kerusakan lingkungan.

Berdasarkan parameter kualitas air yang menentukan hasil kedua indeks tersebut menunjukkan bahwa minyak dan lemak menjadi parameter kunci yang mempengaruhi tingkat pencemaran di RBLL. Konsentrasi nitrit, COD, dan ortofosfat yang tinggi menunjukkan perairan bersifat subur dan pH serta DO yang rendah merupakan karakteristik alami perairan rawa banjiran.

## 4 TINGKAT KESUBURAN PERAIRAN DAN KONDISI BIOLOGIS IKAN DI RAWA BANJIRAN LUBUK LAMPAM

### Pendahuluan

Tingkat kesuburan (status trofik) menggambarkan ketersediaan energi untuk jaring makanan dan menjadi dasar dari fungsi ekosistem (Doods 2007). Metode penentuan tingkat kesuburan perairan telah mengalami perkembangan, baik menggunakan satu atau beberapa parameter (Carlson 1977; Doods 2007; Hua *et al.* 2008; Carey & Rydin 2011; Nawrocka & Kobos 2011; Schaedel 2011; Dodds 2014). Metode yang paling klasik dan biasa digunakan yaitu *Trophic State Index* (TSI) dari Carlson (Carlson 1977). Beberapa penelitian yang menggunakan metode ini antara lain Rakocevic-Nedovic dan Hollert (2005), Galvez-Coultier dan Sanchez (2007), Murthi *et al.* (2007), Elmaci *et al.* (2009), Molisani *et al.* (2010), Rahmati *et al.* (2011), Prasad dan Siddaraju (2012), Rahul *et al.* (2013), dan Thomatou *et al.* (2013). Berdasarkan metode ini, nilai TSI diperoleh menggunakan parameter total fosfor, klorofil-a dan kecerahan. Selanjutnya, nilai TSI ini dimodifikasi dengan menambahkan total nitrogen. Beberapa penelitian yang telah menggunakan modifikasi ini antara lain Sigua *et al.* (2006), Richardson (2010), Yaoyang *et al.* (2010), Huibin *et al.* (2011), dan Thomatou *et al.* (2013).

Modifikasi TSI dengan menambahkan total nitrogen (TN) yang berkembang adalah *Trophic Level Index* (TLI) (Burns *et al.* 2000; Meredith & Wilks 2007). Indeks TSI dan TLI digunakan untuk menentukan status kesuburan pada perairan menggenang antara lain danau dan waduk. Meskipun demikian, menurut Carlson (1977), TSI juga dapat digunakan untuk menentukan status kesuburan pada perairan mengalir, antara lain sungai dan anak sungai. Penentuan status kesuburan sungai menggunakan TSI dikaji oleh Charusia *et al.* (2013).

Perairan rawa banjiran dibandingkan dengan danau dan sungai, merupakan habitat yang memiliki komponen yang mencirikan perairan mengalir dan menggenang (Welcomme 1985). Selain itu, terdapat pergantian antara fase daratan dan perairan yang disebabkan oleh naik dan turunnya muka air, sehingga area ini secara periodik tergenang oleh aliran lateral dari sungai (Junk 1996). Menurut Welcomme (1979), fluktuasi muka air yang besar menyebabkan siklus musiman banjir dan kering di keseluruhan area rawa banjiran. Banjir pada paparan rawa banjiran dipengaruhi oleh aliran sungai, hujan lokal dan pasang-surut (Welcomme 1979). Perubahan dari ketiga sumber banjiran tersebut menyebabkan perubahan kualitas air yang selanjutnya akan mempengaruhi tingkat kesuburan rawa banjiran. Penentuan tingkat kesuburan rawa banjiran penting untuk dikaji karena indeks ini dapat digunakan untuk menentukan strategi pengelolaan rawa banjiran yang efektif (Carlson 1977; Huibin *et al.* 2011).

Lubuk Lampam merupakan area rawa banjiran di Kabupaten Ogan Komering Ilir dengan sungai utama adalah sungai Lempuing, salah satu anak sungai Komering. Habitat RBLL merupakan rawa banjiran alami yang sangat penting peranannya dalam keseimbangan ekologi. Sementara itu, kawasan ini juga berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi lokal masyarakat terutama untuk aktivitas perikanan dan pertanian. Pemerintah telah menetapkan beberapa area di kawasan ini sebagai suaka perikanan yaitu Lebung Proyek, Suak Buayo dan Kapak Hulu

(Gambar 1). Potensi ancaman di RBLL adalah perubahan tata guna lahan untuk perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya. Dampak negatif dari perkembangan perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya berupa limpasan pestisida, pupuk dan bahan kimia pertanian lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas air rawa banjiran (Husnah 2008).

Informasi mengenai tingkat kesuburan rawa banjiran serta kondisi biologis ikan masih sangat terbatas. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kesuburan dan kondisi biologis ikan di rawa banjiran terkait dengan fluktuasi muka air dan limbah antropogenik dari perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya.

### Bahan dan Metode

Stasiun sampling terdiri atas 7 stasiun, yaitu (a) segmen sungai bagian hulu RBLL atau Kapak Hulu, (b) lebak kumpai 1, (c) Suak Buayo, (d) Lebung Proyek, (e) kanal perkebunan kelapa sawit, (f) Lebak kumpai 2 dan (g) segmen sungai bagian hilir RBLL (Gambar 3). Pengambilan sampel dilakukan setiap bulan di seluruh stasiun kecuali di lebak kumpai yang dilakukan hanya pada saat musim banjir atau musim tergenang.

Pengambilan sampel dilakukan pada Bulan Desember 2012 sampai dengan November 2013, meliputi kualitas air (pengamatan dilakukan setiap bulan), deterjen serta minyak dan lemak (pengamatan dilakukan hanya pada periode penggenangan, periode muka air tertinggi dan periode surut), sedangkan herbisida paraquat dan glyfosat hanya dilakukan pada saat muka air tertinggi (Februari 2013) dan rendah (Juli 2013). Sampel air dikumpulkan, diawetkan, dan disimpan pada suhu sekitar 4°C serta dianalisis sesuai dengan *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water* (APHA 1998). Pengukuran total nitrogen (TN) dan total fosfor (TP) menggunakan spektrofotometer, sedangkan sampel air untuk pengukuran klorofil-a (*Chl-a*) diawetkan dengan MgCO<sub>3</sub> dan dianalisis menggunakan spektrofotometer. Minyak dan lemak dianalisis dengan metode gravimetrik, deterjen dianalisis dengan spektrofotometer dan herbisida dianalisis menggunakan gas kromatografi.

Perbandingan atau rasio antara total N dan total P dalam satuan molaritas terdiri atas 3 kategori : nitrogen sebagai faktor pembatas (TN/TP<10:1), seimbang (10:1≤TN/TP≤30:1), dan fosfor sebagai faktor pembatas (TN/TP>30:1) (Sigua *et al.* 2006; Richardson 2010).

Tingkat kesuburan RBLL dihitung berdasarkan nilai TSI (Carlson 1977; Elmaci *et al.* 2009; Whenzi *et al.* 2011), dengan formula :

$$\begin{aligned} TSI_{SD} &= 10 \times [6 - (\ln SD / \ln 2)] \\ TSI_{Chl\ a} &= 10 \times [6 - ((2.04 - 0.68 \ln Chl\ a) / \ln 2)] \\ TSI_{TP} &= 10 \times [6 - \ln(48 / TP) / \ln 2] \\ TSI &= [TSI (P) + TSI (chl\ a) + TSI (SD)] / 3 \end{aligned}$$

Keterangan : SD= kedalaman *secchi disk* (m); Chl=klorofil-a (µgL<sup>-1</sup>); TP = total fosfor (µgL<sup>-1</sup>)

Modifikasi formula TSI yang banyak digunakan adalah TLI (Burns *et al.* 2005; ORC 2005; Hamilton & Parparov 2010), yang dihitung dengan menggunakan formula :

$$TLI_{Chl-a} = 2.22 + 2.54 \log_{10}(Chl)$$

$$TLI_{SD} = 5.10 + 2.60 \log_{10}(1/S - 1/40)$$

$$TLI_{TP} = 0.218 + 2.92 \log_{10}(TP)$$

$$TLI_{TN} = -3.61 + 3.10 \log_{10}(TN)$$

$$TLI = \Sigma(TLI_{Chl} + TLI_S + TLI_{TP} + TLI_{TN})/4$$

Keterangan : TN = Total Nitrogen ( $\mu\text{gL}^{-1}$ ).

Klasifikasi tingkat kesuburan berdasarkan nilai TLI disajikan pada Tabel 11. Indeks kesuburan perairan TSI dan TLI dianalisis antar stasiun, antar periode penggenangan dengan uji t pada taraf nyata 0.05.

Tabel 11 Klasifikasi nilai TSI dan TLI

Tingkat kesuburan	TSI <sup>*)</sup>	TLI <sup>**)</sup>
Miskin (oligotrofik)	<40	<3.0
Sedang (mesotrofik)	40 < TSI ≤ 50	3.0 < TSI ≤ 4.0
Subur (eutrofik)	50 < TSI ≤ 70	4.0 < TSI ≤ 6.0
Sangat subur (hyper-eutrofik)	>70	>6.0

\*) Klasifikasi TSI diadopsi dan dimodifikasi dari beberapa referensi (Hughes 1993; Welling *et al.* 2001; Sigua *et al.* 2006; Galvez-Cloutier & Sanchez 2007; Sharma *et al.* 2010; Fuller *et al.* 2011; Schaedel 2011; Wenzhi *et al.* 2011; Castellano 2013; Chaves *et al.* 2013; Santos *et al.* 2014)

\*\*) Klasifikasi TLI berdasarkan Castellano (2013).

Tingkat kesuburan perairan memberikan gambaran suatu ketersediaan energi untuk jaring makanan dan fungsi ekosistem (Dodds 2007). Menurut Galvez-Clouter dan Sanchez (2007), dampak dari kesuburan perairan antara lain terkait ketersediaan makanan bagi ikan. Menurut sistem bioenergetika, makanan sebagai sumber energi bagi ikan untuk tumbuh baik somatik maupun gonadik (Smith 1982; Affandi & Tang 2002). Dengan demikian, tingkat kesuburan perairan dapat diindikasikan dari kondisi biologi ikan, antara lain pertumbuhan somatik (panjang dan berat ikan) dan gonadik (indeks kematangan gonad, IKG) ikan.

Spesies ikan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ikan nilem atau *Osteochilus vittatus* (n=1 107), tambakan atau *Helostoma temminckii* (n=796) dan gabus *Channa striata* (n=1 644). Tiga spesies ikan yang diteliti tersebut mewakili 3 kelompok ikan di rawa banjir dan masing-masing spesies ini juga mempunyai kebiasaan makan yang berbeda yaitu *O. vittatus* (kelompok ikan putih atau *white fishes* dengan kebiasaan makan herbivora), *H. temminckii* (kelompok ikan abu-abu atau *grey fishes* dengan kebiasaan makan omnivora cenderung herbivora) dan *C. striata* (kelompok ikan hitam atau *black fishes*, dengan kebiasaan makan karnivora) (Swingle & Allison 1971; Welcomme 1985; Prianto *et al.* 2006; Buchar *et al.* 2007).

Sampel ikan ditangkap di setiap stasiun pengamatan dengan menggunakan jaring insang sebanyak 5 unit, dengan panjang 6 m dan lebar 1 m serta ukuran mata jaring 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, dan 2.5 inci. Penempatan jaring insang dilakukan di bagian tepi sungai dan kanal, tepi lebung dan di bagian lebak kumpai sejajar dengan arah memanjang sungai. Jaring insang dipasang selama 4 jam pada masing-masing lokasi pengamatan. Sampel ikan juga diperoleh dari hasil tangkapan nelayan

menggunakan berbagai alat tangkap yaitu sengkirai, pengilar dan tajur. Sengkirai terbuat dari anyaman bilah bambu dengan jarak antar bilah 1-2 cm. Alat ini berbentuk bulat panjang dengan diameter 20-40 cm dan panjang 1-2 m, dilengkapi dengan injab 1-2 buah. Alat tangkap lainnya yaitu pengilar, alat ini terbuat dari anyaman rotan, berbentuk kotak ukuran lebar 25–30 cm panjang 40–50 cm, dilengkapi injab pada jalan masuk ikan ke alat tersebut. Sengkirai dan pengilar termasuk dalam kategori perangkap (*trap*). Tajur terdiri atas mata pancing diberi umpan, tali pancing dari nilon, joran (tangcai) dari bambu dan talinya diberi pemberat dan pelampung. Tajur dipasang pada tepi perairan dengan joran mengarah ke air dalam posisi menggantung.

Jenis kelamin ikan dibedakan melalui pengamatan makroskopik terhadap morfologi gonad setelah ikan dibedah (Effendie 1979). Sampel ikan diukur panjang total (*Total Length*, TL) dan berat basah total (*Weight*, W). Panjang total ikan diukur dengan ketelitian 0.1 mm, dan berat ikan ditimbang dengan ketelitian 0.01 mg. Hubungan panjang dan berat ikan menggunakan formula  $W=aL^b$  yang dikonversikan dalam persamaan regresi  $\text{Log } W=\text{Log } a + b\text{Log } L$ . Pada formula ini W adalah berat dalam mg, dan L adalah panjang total dalam mm, nilai “a” dan “b” adalah konstanta. Uji t digunakan untuk menguji nilai “b” sama dengan 3 atau tidak (Welcomme 1979; Montchowui *et al.* 2009; Gerami *et al.* 2013; Ezekiel & Abowei 2013). Jika nilai “b” tidak sama dengan 3 disebut dengan allometrik. Nilai “b” lebih besar dari 3 berarti penambahan panjang ikan tidak secepat penambahan berat ikan, nilai “b” lebih kecil dari 3 berarti kecepatan penambahan panjang ikan lebih besar dari berat ikan, sedangkan nilai “b” sama dengan 3 berarti penambahan panjang sebanding dengan penambahan berat (isometrik).

Faktor kondisi ikan dengan pertumbuhan allometrik dihitung dengan menggunakan rumus (Weatherley & Gill 1989; Effendie 1979) :

$$FK = \frac{W}{aL^b}$$

Faktor kondisi dengan pertumbuhan isometrik dihitung dengan menggunakan rumus (Effendie 1979) :

$$FK = \frac{10^5 W}{L^3}$$

Keterangan : FK = faktor kondisi, W = berat ikan (g), L = panjang total ikan (mm)  
a dan b = konstanta

Gonad dipisahkan dari tubuh ikan dan ditimbang lalu diawetkan dengan larutan Gilson. Perubahan musiman berat gonad ikan dihitung menggunakan Indeks Kematangan Gonad (IKG) menggunakan formula Effendie (1997); Mondal dan Kaviraj (2010); Carey dan Rydin (2011) sebagai berikut :

$$IKG (\%) = 100 \times (\text{berat gonad}/\text{berat ikan})$$

## Hasil dan Pembahasan

### Rasio Total Nitrogen (TN) dan Total Fosfor (TP)

Rasio TN dan TP pada keseluruhan stasiun pengamatan pada musim banjir dan surut (Tabel 12) menunjukkan bahwa TN/TP pada musim banjir 2 lebih besar

dibandingkan pada musim surut dan musim banjir 1 pada keseluruhan lokasi pengamatan. Meskipun demikian, baik TN maupun TP menunjukkan konsentrasi aktual yang besar (rata-rata konsentrasi berkisar 43.03–57.08 mgL<sup>-1</sup> untuk TN dan 2.64–4.93 mgL<sup>-1</sup> untuk TP) (Tabel 13).

Tabel 12 Rasio TN dan TP (TN/TP) pada masing-masing stasiun antar musim

Stasiun	TN/TP (mol/mol)		
	Musim banjir	Musim surut	Musim banjir
	1		2
Sta. 1	16	27	56
Sta. 2	19	-	43
Sta. 3	25	33	176
Sta. 4	28	30	90
Sta. 5	19	17	155
Sta. 6	22	-	58
Sta. 7	24	42	56

- : tidak ada pengamatan pada musim kering

Musim banjir 1 : Desember 2012 sampai dengan April 2013, musim surut : Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013, Musim banjir 2 : September 2013 sampai dengan November 2013

Stasiun (Sta.) : 1 (Kapak Hulu), 2 (Lebak Kumpai 1), 3 (Suak Buayo), 4 (Lebung Proyek), 5 (kanal perkebunan kelapa sawit), 6 (Lebak Kumpai 2) dan 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Konsentrasi tinggi TN dan TP disebabkan tingginya kandungan nutrisi di RBLL. Menurut Venterink *et al.* (2003) rawa banjiran berperan penting untuk retensi nitrogen dan fosfor. Hal ini yang menyebabkan tingginya konsentrasi kedua nutrisi ini di area rawa. Menurut Richardson (2010), fosfor di perairan tawar dalam bentuk fosfat organik dan susunan seluler biota atau dalam bentuk bahan inorganik dan bahan partikulat mati yang diadsorpsi. Tingginya konsentrasi TP dan TN di rawa banjiran terutama disusun oleh P dan N dalam bentuk partikulat. Hal ini terlihat dari perbandingan antara TP dengan ortofosfat (P dalam bentuk terlarut), dan antara TN dengan nitrit dan nitrat (bentuk terlarut dari TN) (Tabel 13).

Tabel 13 Rataan konsentrasi TN, TP, nitrit, nitrat dan ortofosfat

Stasiun	TN (mgL <sup>-1</sup> )	TP (mgL <sup>-1</sup> )	Nitrit (mgL <sup>-1</sup> )	Nitrat (mgL <sup>-1</sup> )	Ortofosfat (mgL <sup>-1</sup> )
Sta. 1	43.03	3.90	0.30	2.67	0.08
Sta. 2	44.42	4.22	0.02	1.96	0.11
Sta. 3	46.88	2.64	0.25	3.07	0.07
Sta. 4	53.90	3.06	0.20	2.76	0.10
Sta. 5	53.12	<b>4.93</b>	<b>0.30</b>	<b>4.53</b>	<b>0.16</b>
Sta. 6	<b>57.08</b>	4.41	0.02	1.70	0.07
Sta. 7	44.41	2.92	0.17	2.88	0.12

Keterangan :

Huruf yang dicetak tebal adalah nilai terbesar

Stasiun : Sta. 1 (Kapak Hulu), Sta. 2 (Lebak Kumpai 1), Sta. 3 (Suak Buayo), Sta. 4 (Lebung Proyek), Sta. 5 (kanal perkebunan kelapa sawit), Sta. 6 (Lebak Kumpai 2) dan Sta. 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Menurut Noe dan Huff (2007), TP dan TN memasuki rawa banjiran melalui aliran air pada saat terjadi banjir. Konsentrasi TP di rawa banjiran sangat besar

terutama dalam bentuk fraksionasi partikulat, sedangkan tingginya TN selama banjir disebabkan oleh penurunan nitrogen organik terlarut sebesar 6% dan nitrogen partikulat organik yang meningkat sebesar 5%. Meskipun demikian, berdasarkan rasio TN/TP, sebagian besar stasiun cenderung menunjukkan fosfor sebagai faktor pembatas ( $TN/TP > 30$ ) dan sebagian stasiun lainnya menunjukkan kondisi seimbang ( $10:1 \leq TN/TP \leq 30:1$ ).

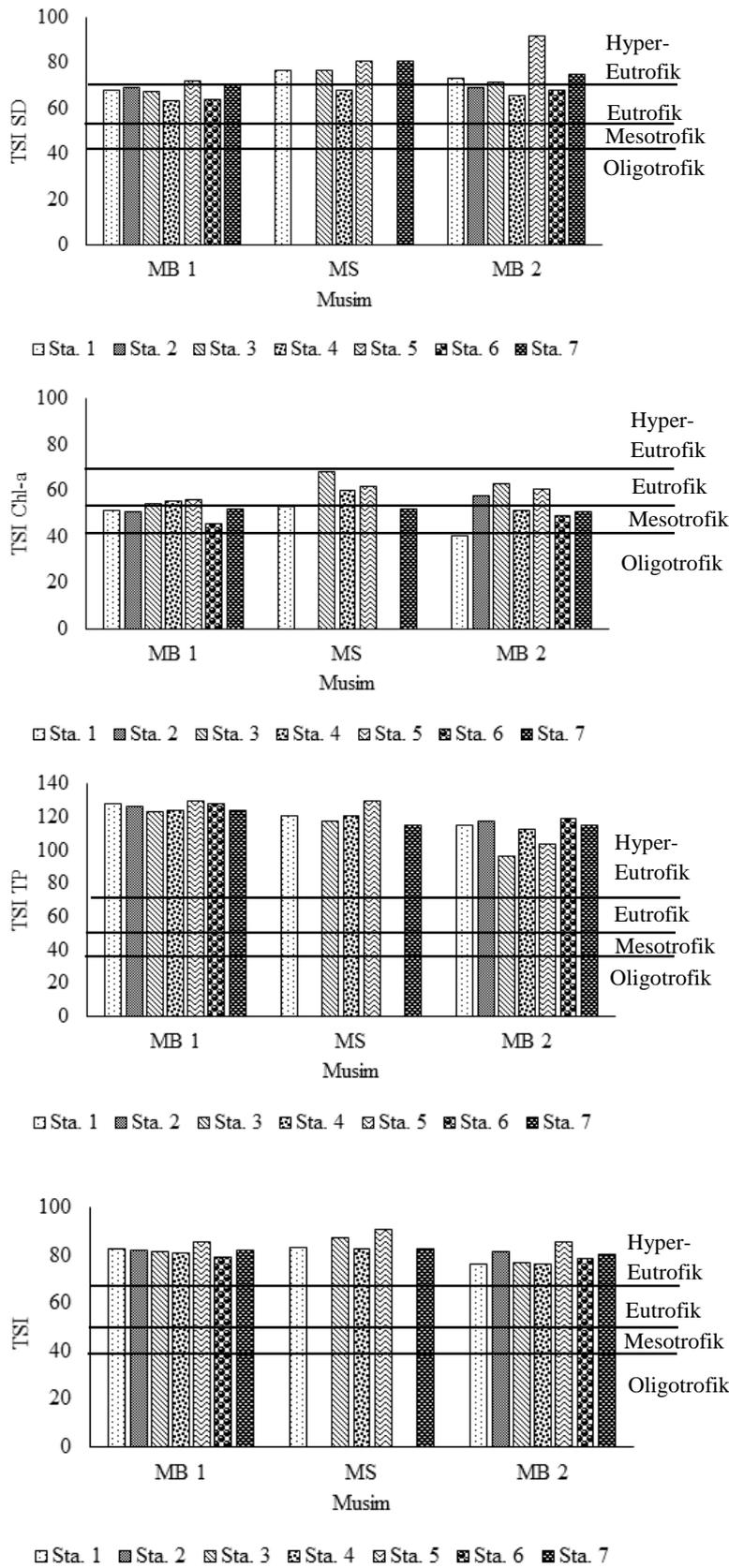
### Tingkat Kesuburan Perairan

Berdasarkan hasil pengukuran kedalaman sechi, TP dan TN (Lampiran 3) dan klorofil a (Lampiran 4) diperoleh nilai TSI dan TLI. Berdasarkan nilai TSI dan TLI pada masing-masing parameter menunjukkan nilai TSI klorofil yang diperoleh relatif lebih kecil dibandingkan dengan nilai TSI parameter kedalaman sechi, TP dan TN. Kandungan klorofil-a yang diperoleh berkisar  $2.78-46.71 \mu\text{gL}^{-1}$  diduga berasal dari fitoplankton beserta detritus yang ikut terukur. Kisaran nilai yang sama diperoleh dari rawa banjiran Amazon sebesar  $2.20-53.30 \mu\text{gL}^{-1}$  yang berkorelasi positif dengan kekeruhan (Alc<sup>^</sup>antara *et al.* 2011). Klorofil-a yang berasal dari fitoplankton lebih sedikit disebabkan kondisi lingkungan terutama pH rawa banjiran yang asam sehingga beberapa fitoplankton tidak mampu hidup dengan kondisi pH yang asam tersebut. Menurut Chakraborty *et al.* (2011), konsentrasi klorofil-a dari fitoplankton meningkat secara bertahap dari pH asam sampai netral dan mencapai maksimal pada pH 8.15.

Berdasarkan nilai TSI dan TLI tersebut, RBLL berada dalam tingkat kesuburan sangat tinggi (*hyper-eutrophic*) di seluruh stasiun baik pada musim banjir maupun surut (Gambar 21 dan 22). Tingginya tingkat kesuburan dipengaruhi karakter kualitas air alami rawa banjiran maupun adanya limbah antropogenik. Secara alami, rawa banjiran merupakan ekosistem dengan produktivitas tinggi (Graham & Harris 2005). Menurut Junk (1996), input sedimen yang subur dan unsur hara terlarut yang dibawa oleh banjir menyebabkan tingginya produktivitas di rawa banjiran.

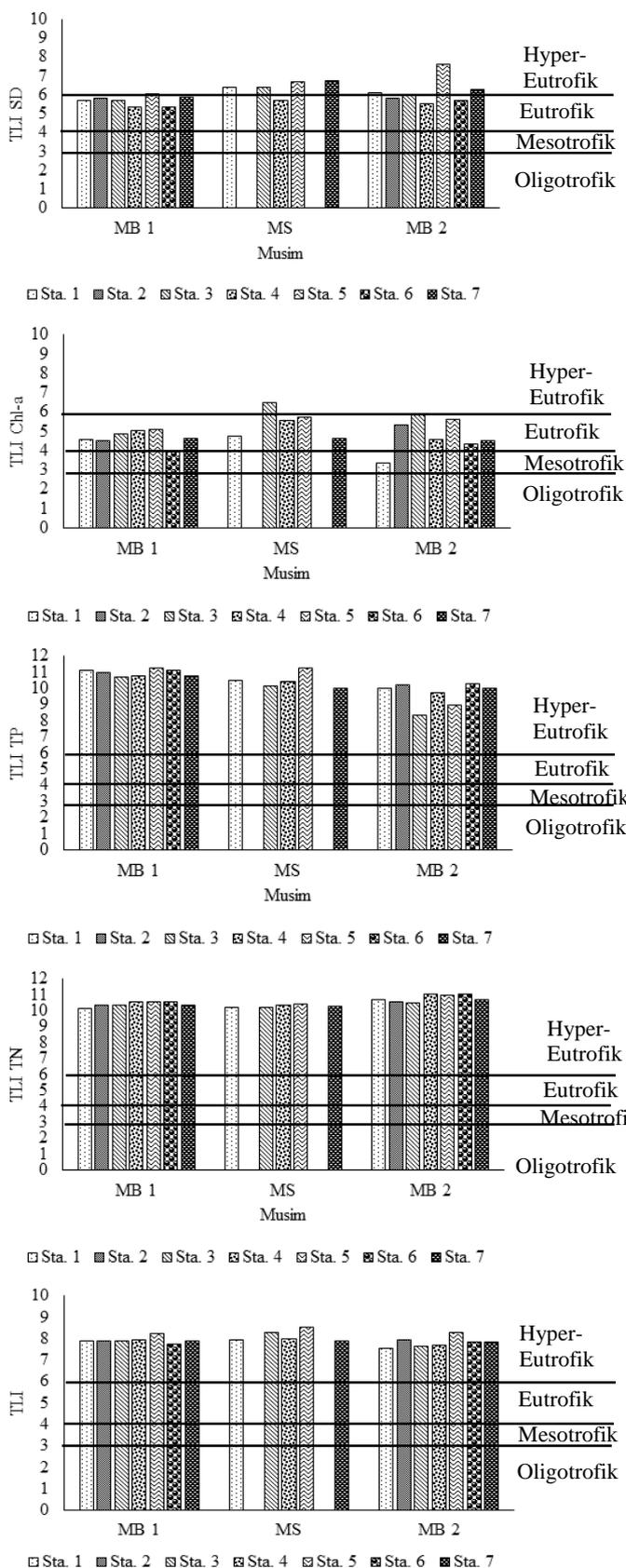
Limbah antropogenik yang masuk ke perairan RBLL berasal dari buangan limbah perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya melalui saluran kanal yang melewati paparan RBLL serta limbah antropogenik yang dibawa melalui aliran air sungai di sepanjang daerah tangkapan air sungai Lempuing. Bahan pencemar organik, unsur hara dari pupuk (terutama N dan P) dan logam berat dapat mencapai perairan melalui aliran langsung, pencucian atau erosi partikel tanah (Lair *et al.* 2009). Menurut Huibin *et al.* (2011), danau yang berada dalam tingkat kesuburan tinggi (*eutrophic*) dan sangat tinggi (*hyper-eutrophic*), disebabkan terutama oleh kondisi alami dan aktivitas antropogenik seperti limbah domestik, industri maupun bahan pencemar yang tidak diketahui sumbernya (*non point source pollution*).

Berdasarkan nilai status kesuburan RBLL menggunakan TSI dan TLI pada musim banjir 1, musim surut dan musim banjir 2 (Gambar 21 dan ) menunjukkan nilai TSI dan TLI yang relatif lebih tinggi pada musim air surut. Menurut Junk dan Bayley (2007), rawa banjiran lebih produktif selama musim kering disebabkan pada musim kering produktivitas primer lebih optimal didukung oleh intensitas cahaya yang optimal dan nutrisi yang lebih banyak tersedia.



Keterangan :  
 TSI (*Trophic State Index*, atau indeks tingkat kesuburan) :  
 - SD : *secchi depth* atau kecerahan  
 - Chl-a : klorofil-a  
 - TP : total fosfor  
 Musim :  
 - MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)  
 - MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)  
 - MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)  
 Stasiun (Sta. ) :  
 - 1 (Kapak Hulu)  
 - 2 (Lebak Kumpai 1)  
 - 3 (Suak Buayo)  
 - 4 (Lebung Proyek)  
 - 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)  
 - 6 (Lebak Kumpai 2)  
 - 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 21 Tingkat kesuburan RBLL berdasarkan nilai TSI pada masing-masing stasiun dan musim



Keterangan :  
 TLI (*Trophic Level Index*, atau indeks tingkat kesuburan) :

- SD : *secchi depth* atau kecerahan
- Chl-a : klorofil-a
- TP : total fosfor
- TN : total nitrogen

Musim :

- MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)
- MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)
- MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)

Stasiun (Sta. ):

- 1 (Kapak Hulu)
- 2 (Lebak Kumpai 1)
- 3 (Suak Buayo)
- 4 (Lebung Proyek)
- 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)
- 6 (Lebak Kumpai 2)
- 7 (segmen sungai bagian hilir RBL)

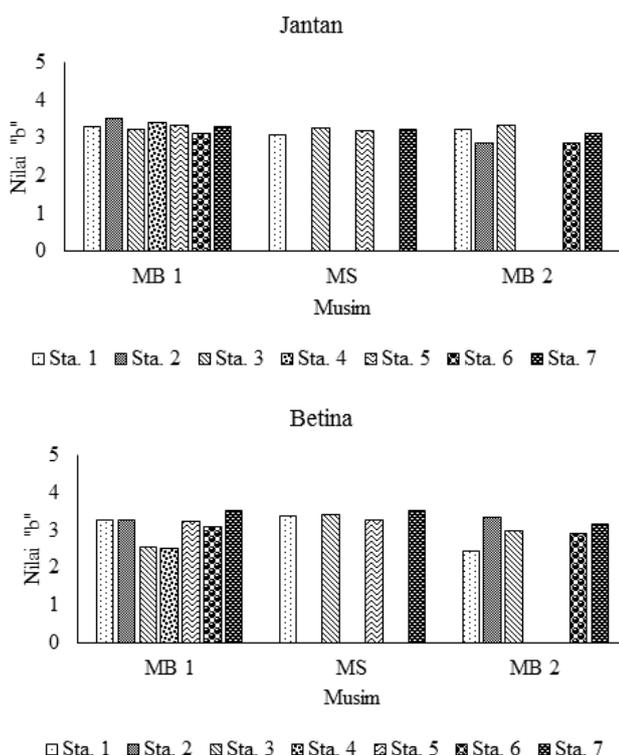
Gambar 22 Tingkat kesuburan RBL berdasarkan nilai TLI pada masing-masing stasiun dan musim

Berdasarkan nilai TSI dan TLI antar stasiun (Gambar 21 dan 22), nilai tertinggi diperoleh pada stasiun kanal perkebunan kelapa sawit (stasiun 5). Stasiun ini terkategori tercemar berat berdasarkan hasil penelitian 2 mengenai status mutu perairan menggunakan indeks STORET. Menurut Dembowski (2011), *runoff* dari pertanian mengandung konsentrasi fosfor dan nitrogen yang berasal dari pupuk dan pestisida yang memberikan kontribusi terhadap proses eutrofikasi. Hal ini menyebabkan stasiun kanal perkebunan kelapa sawit mengandung konsentrasi nutrient N dan P yang tinggi dan cenderung tercemar oleh beberapa bahan antropogenik (Tabel 13). Meskipun konsentrasi kontaminan masih lebih kecil dari hasil penelitian beberapa peneliti dan beberapa peraturan kebijakan kesehatan lingkungan dan masyarakat (Eisler 1990; Adak *et al.* 2005; WHO 2005; Davis *et al.* 2008; Singh *et al.* 2010; Ghoochani *et al.* 2011; Coupe *et al.* 2011; Shia *et al.* 2013; Kumar *et al.* 2013; Oliver *et al.* 2014), kecuali konsentrasi minyak dan lemak di atas baku mutu sebesar  $1 \text{ mgL}^{-1}$  (PP RI 2001).

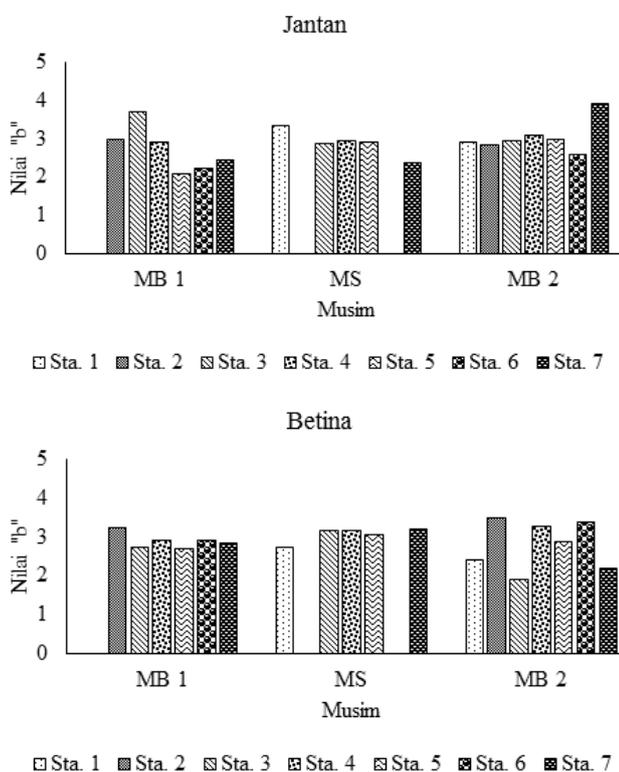
Berdasarkan hasil uji t, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai TSI dan TLI antar stasiun ( $t_{hitung} 1.95$ ) dan antar musim ( $t_{hitung} 1.36$ ). Oleh sebab itu, baik TSI maupun TLI dapat digunakan namun dalam memilih penggunaan keduanya, beberapa peneliti menyarankan penggunaan TSI apabila P menjadi faktor pembatas dan menggunakan TLI jika N sebagai faktor pembatas atau dalam kondisi unsur hara seimbang (Sigua *et al.* 2006; Richardson 2010). Sedangkan Wu *et al.* (2012) menyarankan penggunaan TLI karena lebih sederhana, cepat dan akurat.

Menurut Moutopolous *et al.* (2011), tingkat kesuburan habitat mempengaruhi pertumbuhan berat ikan yang dihitung berdasarkan hubungan panjang-berat ikan. Nilai "b" dari persamaan regresi hubungan panjang dan berat dari 3 spesies ikan sebagian besar yang diteliti dalam penelitian ini menunjukkan nilai lebih besar dari 3 (Gambar 23-25, Lampiran 5). Nilai "b" yang diperoleh tersebut menunjukkan penambahan berat ikan lebih cepat dibandingkan penambahan panjang ikan. Nilai "b" di bawah 3 menunjukkan ikan menjadi lebih kurus atau pertumbuhan panjang lebih cepat dari pertumbuhan beratnya, sebaliknya apabila nilai "b" lebih besar dari 3 menunjukkan pertumbuhan berat lebih cepat dibandingkan pertumbuhan panjangnya (Effendie 1997; Akombo *et al.* 2014). Menurut Achakzai *et al.* (2013), nilai "b" pada persamaan hubungan panjang dan berat ikan dipengaruhi antara lain oleh jenis spesies dan kondisi lingkungan.

Pertambahan berat ikan nilam, tambakan dan gabus menunjukkan kondisi lingkungan memberikan suplai makanan untuk ikan. Menurut Oliver *et al.* (2014), nilai TSI terkait dengan ketersediaan makanan untuk ikan (Oliver *et al.* 2014). Hasil penelitian Quirós dan Boveri (1999) menunjukkan keterkaitan antara klorofil dan total fosfor dengan biomassa ikan yang melibatkan fitoplankton dan zooplankton. Ketersediaan suplai makanan dan ruang yang cukup sepanjang tahun diduga menjadi faktor utama yang menyebabkan penambahan panjang dan berat ikan (Effendie 1979; Effendie 1997; Junk & Bayley 2007; Montchowui *et al.* 2009; Mondal & Kaviraj 2010; Dembowski 2011; Moutopoulos 2011; Ikongbeh *et al.* 2012; Ezekiel & Abowei 2013; Gerami *et al.* 2013; Akombo *et al.* 2014).



Gambar 23 Nilai “b” dari hubungan panjang dan berat ikan nilem



Gambar 24 Nilai “b” dari hubungan panjang dan berat ikan tambakan

Musim :

- MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)
- MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)
- MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)

Stasiun (Sta. ):

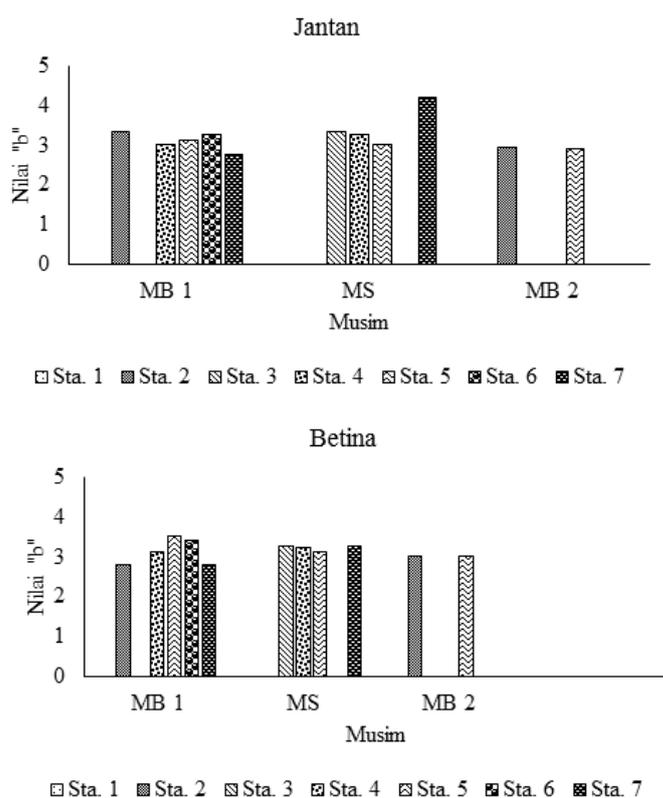
- 1 (Kapak Hulu)
- 2 (Lebak Kumpai 1)
- 3 (Suak Buayo)
- 4 (Lebung Proyek)
- 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)
- 6 (Lebak Kumpai 2)
- 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Musim :

- MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)
- MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)
- MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)

Stasiun (Sta. ):

- 1 (Kapak Hulu)
- 2 (Lebak Kumpai 1)
- 3 (Suak Buayo)
- 4 (Lebung Proyek)
- 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)
- 6 (Lebak Kumpai 2)
- 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)



Musim :

- MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)
- MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)
- MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)

Stasiun (Sta. ):

- 1 (Kapak Hulu)
- 2 (Lebak Kumpai 1)
- 3 (Suak Buayo)
- 4 (Lebung Proyek)
- 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)
- 6 (Lebak Kumpai 2)
- 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 25 Nilai “b” dari hubungan panjang dan berat ikan gabus

Faktor kondisi ikan nilem yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 1.00 sampai dengan 2.07 dengan rata-rata sebesar 1.26 (Lampiran 6). Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian Rochmatin *et al.* (2012) di perairan rawa Pening, dengan rata-rata faktor kondisi ikan nilem yang diperoleh sebesar 1.14. Faktor kondisi ikan tambakan yang diperoleh berkisar 1.00 sampai dengan 2.03 dengan rata-rata sebesar 1.80, nilai ini lebih besar dibandingkan dengan rata-rata nilai faktor kondisi ikan tambakan di Lebung Pasunde Sungai Musi Bagian Tengah sebesar 1.04 maupun di Lebung Arisan Belido Sungai Musi Bagian Hilir sebesar 1.02 (Gaffar dan Fatah 2006). Rataan faktor kondisi ikan gabus yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 0.89. Nilai ini sedikit lebih besar dibandingkan hasil penelitian Muthmainnah (2013) menunjukkan faktor kondisi ikan gabus yang diperoleh dari rawa lebak Mariana dan rawa lebak Sekayu sebesar 0.88 dan 0.84. Berdasarkan hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan ketiga spesies ikan di RBLL relatif lebih gemuk dibandingkan di perairan lainnya. Dengan demikian, secara umum kondisi lingkungan perairan RBLL mendukung untuk pertumbuhan ketiga spesies ikan ini.

Rataan faktor kondisi antar musim pada masing-masing spesies ikan baik jantan dan betina tersebut menunjukkan nilai yang hampir sama, meskipun terdapat kecenderungan faktor kondisi ikan betina relatif lebih besar dibandingkan ikan jantan (Tabel 14). Hal ini disebabkan faktor kondisi ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain ketersediaan makanan, umur, jenis kelamin dan kematangan gonad (Effendie 1979; Achakzai *et al.* 2013). Menurut Akombo *et al.* (2014), faktor kondisi sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan baik biotik maupun abiotik dan

dapat digunakan sebagai indeks untuk mengetahui status ekosistem perairan. Berdasarkan nilai b dan faktor kondisi yang diperoleh menunjukkan bahwa pada perairan dengan status trofik yang sangat subur, akan menyediakan suplai makanan yang cukup sehingga ikan menjadi gemuk.

Tabel 14 Faktor kondisi ikan nilem, tambakan dan gabus

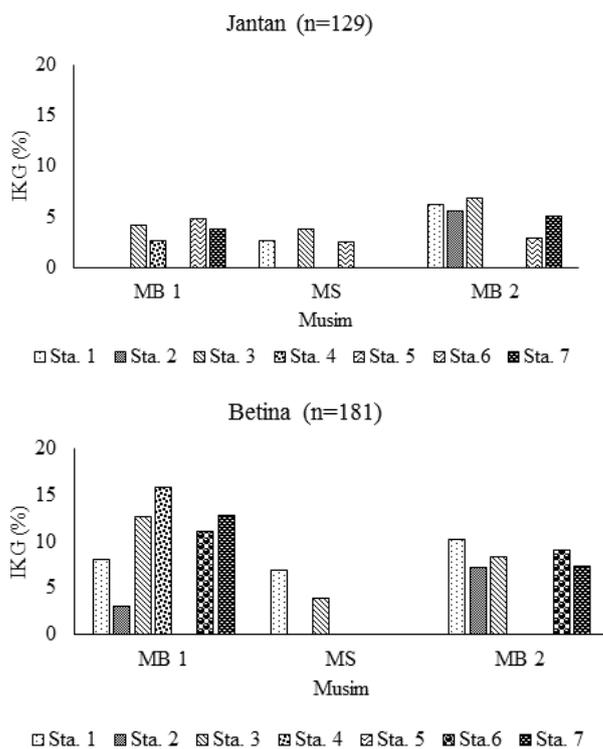
Ikan	Nilai	Faktor kondisi pada			
		MB1	MB2	MS	
Nilem	Jantan	Minimal	1.00±0.07	1.01±0.12	1.08±0.21
		Maksimal	1.36±0.36	1.29±0.03	1.31±0.33
	Betina	Minimal	1.01±0.15	1.22±0.08	1.00±0.07
		Maksimal	2.07±2.33	1.84±1.65	1.63±0.77
Tambakan	Jantan	Minimal	1.01±0.12	1.78±0.05	1.94±0.13
		Maksimal	2.00±0.23	1.94±0.11	2.02±0.23
	Betina	Minimal	1.85±0.24	1.01±0.15	1.00±0.04
		Maksimal	1.93±0.14	2.05±0.11	2.03±0.25
Gabus	Jantan	Minimal	0.85±0.11	0.87±0.18	0.84±0.05
		Maksimal	0.94±0.11	0.90±0.07	0.91±0.07
	Betina	Minimal	0.81±0.15	0.85±0.13	0.82±0.12
		Maksimal	0.93±0.11	0.87±0.11	1.01±0.11

Keterangan : MB 1 : musim banjir 1 (Desember 2012 – April 2013); MB 2 : musim banjir 2 (September – November 2013); MS : musim surut (Mei – Agustus 2013)

Indeks Kematangan Gonad (IKG) ikan merupakan parameter reproduksi yang juga dapat digunakan sebagai indikator untuk menunjukkan pengaruh tingkat kesuburan terhadap pertumbuhan gonadik ikan. Menurut Writter *et al.* (2010), nilai IKG pada perairan eutrofik juga lebih tinggi dibandingkan perairan yang miskin (oligotrofik).

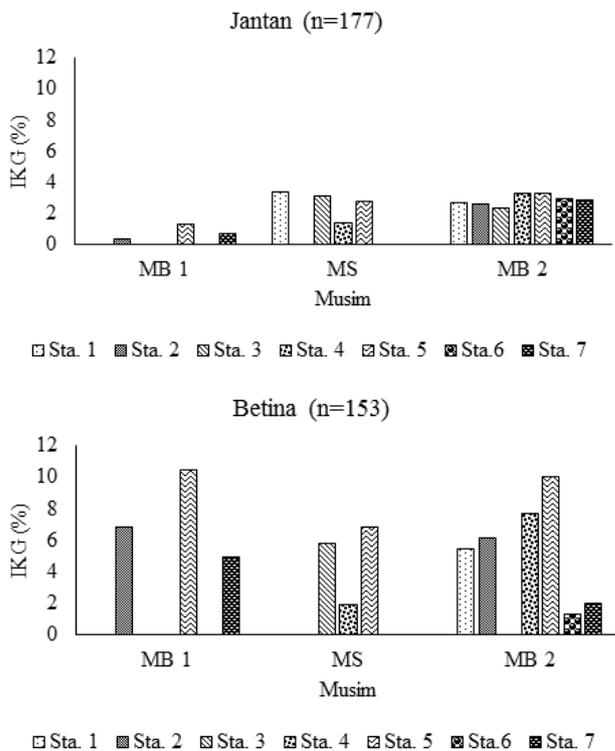
Nilai IKG ikan nilem yang diperoleh pada penelitian ini untuk jantan berkisar 2.53-6.81 % dan betina berkisar 3.00-15.86 % (Gambar 26). Nilai IKG yang diperoleh ini cukup besar, meskipun masih di bawah nilai IKG ikan nilem yang dibudidaya yaitu sebesar 21.25±4.41 % (Subagja *et al.* 2007). Nilai IKG ikan tambakan (Gambar 27) yang diperoleh pada penelitian ini untuk ikan tambakan jantan berkisar 0.28-3.33 %, sedangkan nilai IKG ikan tambakan betina berkisar 1.30-10.43 %. Rataan nilai IKG ikan tambakan betina yang diperoleh sebesar 5.98 % relatif lebih tinggi dibandingkan nilai IKG ikan tambakan yang diperoleh Rahman *et al.* (2013) sebesar 4.48 %.

Nilai IKG ikan gabus yang diperoleh pada penelitian ini (Gambar 28), untuk ikan gabus jantan berkisar 0.33-0.59 % dengan rata-rata sebesar 0.41 %. Nilai IKG ikan gabus jantan ini lebih besar dibandingkan dengan hasil penelitian Makmur *et al.* (2003) dengan nilai IKG ikan gabus jantan berkisar 0.05-0.37 % dan rata-rata sebesar 0.18 %. Nilai IKG ikan gabus betina berkisar 0.21-2.73 % dengan rata-rata sebesar 1.67 %. Nilai ini lebih kecil dibandingkan dengan hasil penelitian Makmur *et al.* (2003) dengan nilai IKG ikan gabus betina sebesar 1.08-4.8 % dengan rata-rata sebesar 3.03 %.



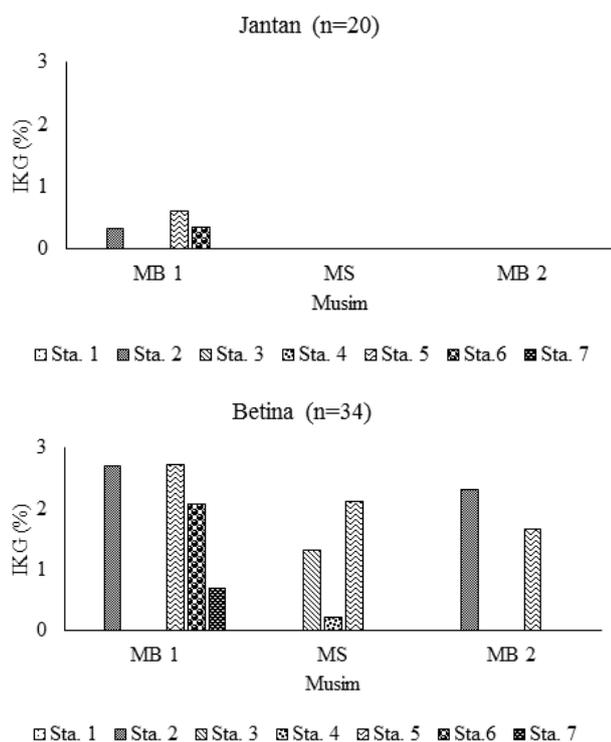
Keterangan :  
 Musim :  
 - MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)  
 - MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)  
 - MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)  
 Stasiun (Sta. ):  
 - 1 (Kapak Hulu)  
 - 2 (Lebak Kumpai 1)  
 - 3 (Suak Buayo)  
 - 4 (Lebung Proyek)  
 - 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)  
 - 6 (Lebak Kumpai 2)  
 - 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 26 Nilai IKG ikan nilam pada masing-masing stasiun dan musim (n=jumlah ikan sampel)



Keterangan :  
 Musim :  
 - MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)  
 - MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)  
 - MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)  
 Stasiun (Sta. ):  
 - 1 (Kapak Hulu)  
 - 2 (Lebak Kumpai 1)  
 - 3 (Suak Buayo)  
 - 4 (Lebung Proyek)  
 - 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)  
 - 6 (Lebak Kumpai 2)  
 - 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 27 Nilai IKG ikan tambakan pada masing-masing stasiun dan musim (n=jumlah ikan sampel)



Keterangan :

Musim :

- MB 1 : musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013)
- MS : musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)
- MB 2 : musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013)

Stasiun (Sta. ):

- 1 (Kapak Hulu)
- 2 (Lebak Kumpai 1)
- 3 (Suak Buayo)
- 4 (Lebung Proyek)
- 5 (kanal perkebunan kelapa sawit)
- 6 (Lebak Kumpai 2)
- 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 28 Nilai IKG ikan gabus pada masing-masing stasiun dan musim (n=jumlah ikan sampel)

Berdasarkan nilai IKG dari ketiga jenis ikan tersebut yang menunjukkan kisaran nilai yang cukup tinggi menjadi indikator tingginya kesuburan di RBLL. Hal ini diduga disebabkan tingginya ketersediaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan reproduksi ikan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa RBLL berada dalam status sangat subur (*hyper-eutrophic*) baik dengan menggunakan metode TSI maupun TLI. Kesuburan yang tinggi di rawa banjiran berdampak positif terhadap pertumbuhan baik pertumbuhan somatik maupun gonadik ikan. Pertumbuhan somatik diindikasikan berdasarkan nilai “b” pada persamaan hubungan panjang dan berat ikan yang sebagian besar menunjukkan nilai lebih besar dari 3 atau penambahan berat ikan lebih cepat daripada pertambahan panjangnya. Berdasarkan faktor kondisi ikan nilam, ikan tambakan dan ikan gabus menunjukkan ikan relatif gemuk. Tingginya kesuburan perairan RBLL juga mempengaruhi pertumbuhan gonadik ikan yang diindikasikan dengan sebagian besar nilai IKG ikan terutama betina memiliki nilai IKG >5%.

## 5 POLA DISTRIBUSI DAN REPRODUKSI IKAN DI RAWA BANJIRAN LUBUK LAMPAM, SUMATERA SELATAN

### Pendahuluan

Perairan rawa banjir merupakan habitat yang memiliki heterogenitas, produktivitas dan biodiversitas yang tinggi, namun juga merupakan ekosistem yang keberadaannya terancam secara kritis terutama untuk perkembangan pertanian dan pemukiman (Tockner *et al.* 2008). Karakteristik tersebut sangat terkait dengan dinamika hidrologis yang menyebabkan adanya periode tergenang dan kering di area rawa banjir. Perubahan periode penggenangan ini merupakan faktor kunci perubahan karakteristik limnologi, pola siklus nutrient, struktur komunitas, dan fungsi dari rawa banjir. Kekhasan karakteristik morfologi dan hidrologi rawa banjir serta adanya perbedaan konektivitas hidrologi antar habitat menyebabkan adanya pergerakan ikan baik itu longitudinal, lateral, maupun vertikal baik antar habitat maupun antar waktu (Amoros dan Bornette 2002; Ickes *et al.* 2005). Menurut ICEM (2014), perubahan pola curah hujan mempengaruhi siklus hidrologi yang terkait dengan migrasi ikan, keberhasilan reproduksi dan produksi perikanan.

Perubahan curah hujan menyebabkan terjadinya perubahan genangan di rawa banjir yang berdampak berbagai proses kehidupan organisme perairan terutama ikan, antara lain berpengaruh terhadap kelimpahan (Chapman & Chapman 1993), pemijahan (Graham & Harris 2005), faktor kondisi (Abujanra *et al.* 2009), dan distribusi ikan (Arantes *et al.* 2011). Rawa banjir merupakan ekosistem penting terutama sebagai area pemijahan dan pengasuhan bagi ikan (Burgess *et al.* 2012). Menurut Poulsen *et al.* (2004), terdapat 4 periode utama migrasi ikan di rawa banjir, yaitu : (a) periode banjir, ikan dewasa bergerak secara lateral ke paparan rawa banjir untuk makan dan tumbuh, (b) periode transisi dari musim banjir ke musim kering, ikan dewasa dan dan juvenil bergerak secara lateral dari habitat yang tergenang musiman ke habitat yang tergenang secara permanen, (c) periode kering, ikan akan terkonsentrasi di perairan yang tergenang secara permanen dan (d) periode transisi dari musim kering ke musim banjir, ikan akan bergerak secara longitudinal untuk memijah di area pemijahan.

Ikan di rawa banjir berdasarkan strategi adaptasi serta pergerakan distribusinya akibat perubahan muka air, dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu ikan putih (*white fishes*), ikan abu-abu (*grey fishes*) dan hitam (*black fishes*). Kelompok *white fishes* adalah spesies ikan yang bermigrasi ke hulu sungai selama musim kemarau atau awal musim banjir, dan sebagian spesies memijah di bagian hulu sungai tersebut. Kelompok *grey fishes* adalah golongan ikan yang melakukan migrasi di sungai dan bermigrasi ke bagian rawa banjir terutama untuk memijah, sedangkan kelompok *black fishes* adalah golongan ikan yang menetap di bagian lebung (bagian yang tetap berair selama musim kering), dan bermigrasi lateral secara terbatas pada musim banjir dari areal lebung ke bagian sungai (saluran utama) atau sebaliknya terutama untuk kepentingan memijah (Welcomme 1979; Chapman & Chapman 1993).

Rawa banjir Lubuk Lampam (RBL) dengan luas sekitar 1 200 hektar, terdapat pada bagian hilir dari sungai Lempuing (anak sungai Komerling), sekitar 25 km ke arah tenggara dari Kota Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komerling Ilir

(OKI) Sumatera Selatan. Pemerintah menetapkan sebagian area kawasan Lubuk Lampam sebagai kawasan reservat atau kawasan konservasi perairan, antara lain Lebung Suak Buayo seluas 0.4 ha ditetapkan menjadi reservat berdasarkan Peraturan Bupati Ogan Komering Ilir No. 347 tahun 2007. Selain itu, menurut Asyari *et al.* (2002), area lain yang merupakan suaka perikanan adalah Lebung Proyek seluas 0.12 ha, dan Kapak Hulu merupakan salah satu suaka perikanan tipe sungai sepanjang 1.4 km, lebar sekitar 30 m atau dengan luas sekitar 4.2 ha.

Upaya pemerintah menetapkan sebagian kawasan RBLL sebagai suaka perikanan ternyata belum optimal dalam mendukung keberlanjutan sumber daya ikan rawa banjiran. Hal ini terlihat berdasarkan hasil penelitian Makmur (2008) menunjukkan bahwa di RBLL telah terjadi penurunan diversitas ikan. Pada tahun 1992, setidaknya terdapat 63 spesies ikan dimana 34 spesies diantaranya termasuk dalam kategori ikan ekonomis, namun pada tahun 2008 hanya ditemukan 48 spesies ikan, yang berarti terdapat sekitar 15 spesies ikan tidak ditemukan lagi di perairan ini. Beberapa jenis ikan yang diduga telah hilang dari perairan ini antara lain ikan timah-timah (*Cryptopterus apogon*), ikan lemajang (*Cyclocheilichthys enoplos*), ikan mok-mok (*Hemisilurus scleronema*), ikan Pari (*Dasyatis bleeker*), ikan botia (*Cromobotia macracanthus*), ikan tapa (*Wallago leeri*) dan ikan Arwana (*Sceleropages formosus*).

Kondisi ini diduga disebabkan oleh perubahan hidrologis dan kondisi kualitas air di perairan RBLL. Beberapa studi menunjukkan distribusi, perubahan komposisi spesies serta diversitas ikan di rawa banjiran secara alami sangat terkait waktu dan lamanya banjir serta temperatur (Humpries *et al.* 1999), konektivitas antar habitat di area rawa banjiran (Amoros & Bornette 2002; Freitas & Garces 2004; Borcharding & Staas 2007; Lasne *et al.* 2007; Lasne *et al.* 2008; Burgess *et al.* 2012), kualitas air terutama kecerahan, kandungan oksigen terlarut, temperatur, konduktivitas (Rodriguez & Lewis 1997; Anjos *et al.* 2008; Scarabotti *et al.* 2011), tutupan vegetasi (Adams *et al.* 2007; Scarabotti *et al.* 2011), area dan kedalaman kolom air (Rodriguez & Lewis 1997; Arantes *et al.* 2011). Selain itu, distribusi ikan di rawa banjiran juga terkait dengan hilangnya atau berkurangnya habitat dan degradasi lingkungan (Vijaylaxmi *et al.* 2010; Mondal *et al.* 2010; Rafique & Khan 2012), serta dampak penangkapan ilegal ikan komersial (Layman & Winemiller 2005).

Berdasarkan hasil penelitian (Bab 2) menunjukkan adanya perubahan genangan terutama di lebak kumpai yang seharusnya menjadi daratan (kering) pada musim kemarau, namun pada waktu penelitian menunjukkan kondisi masih tergenang air, meskipun dengan ketinggian muka air yang rendah (sekitar 10 cm). Hal ini menyebabkan variasi musiman kualitas air dan tingkat kesuburan yang diperoleh secara signifikan tidak berbeda (Bab 3 dan 4).

Informasi mengenai pola distribusi dan reproduksi ikan merupakan dasar ekobiologis dalam pengelolaan ikan baik untuk kepentingan komersial maupun konservasi (Planque *et al.* 2011). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran distribusi dan reproduksi 3 jenis ikan yaitu nilem, tambakan dan gabus terutama terkait dengan perubahan fluktuasi muka air dan kualitas air di RBLL. Ketiga spesies ikan ini dipilih berdasarkan hasil penelitian Makmur (2008) yang menjelaskan dari 63 jenis ikan yang terdapat di RBLL, ketiga jenis ikan ini termasuk dalam kategori kelimpahan tinggi. Ketiga spesies ikan ini juga berasal dari 3 famili yang berbeda yaitu nilem dari famili Cyprinidae,

tambahkan dari famili Helostomidae dan gabus dari famili Channidae. Ketiga jenis ikan ini tergolong dalam 3 kelompok ikan rawa banjiran yaitu *white fishes*, *grey fishes*, dan *black fishes*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan strategi pengelolaan perikanan rawa banjiran.

### Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di RBLL, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 3). Lokasi penelitian meliputi 7 stasiun yang secara berturut-turut secara longitudinal dari arah hulu ke hilir sungai dan secara lateral dari area sungai ke area daratan adalah sebagai berikut : Kapak Hulu (stasiun 1), Lebak Kumpai 1 (stasiun 2), Suak Buayo (stasiun 3), Lebung Proyek (stasiun 4), Kanal perkebunan kelapa sawit (stasiun 5), Lebak Kumpai 2 (stasiun 6) dan Lempuing Hilir (stasiun 7).

Pengambilan sampel ikan dilakukan selama satu tahun mulai Desember 2012 sampai dengan November 2013. Pola musiman berdasarkan pada penelitian 1 (bab 2) menunjukkan musim banjir 1 yaitu Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013, musim surut yaitu Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013, dan musim banjir 2 yaitu Bulan September 2012 sampai dengan November 2013.

Sampel ikan terdiri atas stadia juvenil dan dewasa. Pengambilan sampel ikan stadia juvenil dilakukan dengan menggunakan *scope net* (serok) dengan mata jaring 500  $\mu\text{m}$ . *Scope net* memiliki ukuran 0.125 m<sup>2</sup> (diameter 30 cm dan panjang 2 m dengan panjang *cod-end* sekitar 0.4 m). Sampel juvenil ikan diambil pada bagian tepi perairan dengan kedalaman sekitar 30 cm dari permukaan. Pengoperasian *scope net* selama 15 menit. Sampel juvenil ikan dimasukkan ke dalam wadah plastik untuk diawetkan dengan menggunakan formalin 4 %. Panjang ikan stadia juvenil diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 1 mm dan berat ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0.001 mg.

Sampel ikan stadia dewasa diperoleh dari hasil tangkapan menggunakan jaring insang. Sampel ikan juga diperoleh dari hasil tangkapan nelayan menggunakan berbagai alat tangkap yaitu sengkirai, pengilar dan tajur. Jaring insang yang digunakan sebanyak 5 unit, dengan panjang 6 m dan lebar 1 m serta ukuran mata jaring 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, dan 2.5 inchi. Penempatan jaring insang dilakukan di bagian tepi sungai dan kanal, tepi lebung dan di bagian lebak kumpai sejajar dengan arah memanjang sungai. Jaring insang dipasang selama 4 jam pada masing-masing lokasi pengamatan. Alat tangkap lain yang digunakan adalah sengkirai. Alat tangkap ini terbuat dari anyaman bilah bambu dengan jarak antar bilah 1-2 cm. Alat ini berbentuk bulat panjang dengan diameter 20-40 cm dan panjang 1-2 m, dilengkapi dengan injab 1-2 buah. Alat tangkap lainnya yaitu pengilar, alat ini terbuat dari anyaman rotan, berbentuk kotak ukuran lebar 25-30 cm panjang 40-50 cm, dilengkapi injab pada jalan masuk ikan ke alat tersebut. Sengkirai dan pengilar termasuk dalam kategori perangkap (*trap*). Tajur terdiri atas mata pancing diberi umpan, tali pancing dari nilon, joran (tangcai) dari bambu dan talinya diberi pemberat dan pelampung. Tajur dipasang pada tepi perairan dengan joran mengarah ke air dalam posisi menggantung. Panjang total ikan sampel stadia dewasa diukur menggunakan papan mistar dengan ketelitian 1 mm. Bobot ikan ditimbang dengan ketelitian 0.1 g

Frekuensi keterdapatan digunakan untuk menunjukkan luasnya penyebaran lokal jenis tertentu. Formula yang digunakan adalah Misra (1968) yang diacu oleh Setyobudiandi *et al.* (2009) sebagai berikut :

$$F_i = (t_i/T) \times 100 \%$$

$F_i$  = frekuensi keterdapatan ikan spesies ke- $i$  yang tertangkap (%),  $t_i$  = Jumlah stasiun dimana spesies ke- $i$  tertangkap, dan  $T$  = Jumlah semua stasiun.

Distribusi ikan pada stadia juvenil serta stadia dewasa dilakukan menggunakan analisis sebaran frekuensi panjang total ikan selama satu tahun pengamatan pada setiap stasiun pengamatan. Berdasarkan hasil analisis sebaran frekuensi panjang tersebut, dilakukan pengelompokan ikan yaitu stadia juvenil yang masih belum dapat dibedakan jenis kelamin, sedangkan kelompok stadia muda dan dewasa terdiri atas ikan dengan yang sudah dapat dibedakan antara jenis kelamin jantan dan betina. Jenis kelamin ikan dibedakan berdasarkan pengamatan morfologi perbedaan karakteristik kelamin ikan.

Tingkat kematangan gonad (TKG) ditentukan berdasarkan pengamatan morfologi menggunakan TKG ikan belanak (*Mugil dussumieri*) (Cassie 1959 dalam Effendie 1979). Pembedahan ikan dilakukan untuk pengamatan gonad ikan. Berat gonad ikan ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0.0001 g. Indeks kematangan gonad pada ikan dengan TKG IV dihitung berdasarkan formula Effendie (1997); Mondal dan Kaviraj (2010); Carey dan Rydin (2011) sebagai berikut :

$$IKG (\%) = 100 \times (\text{berat gonad/berat ikan})$$

Keterangan : IKG = Indeks kematangan gonad (%)

Gonad selanjutnya diawetkan dalam larutan Gilson untuk pengukuran diameter telur dan penghitungan fekunditas. Diameter telur ikan diukur menggunakan mikrometer pada tiga bagian, yaitu anterior, median dan posterior. Fekunditas dihitung menggunakan metode gravimetrik (Effendie 1979; Sulistiono 2001), dengan rumus :

$$F = (G/Q) \times N$$

Keterangan :  $F$  = fekunditas (butir)  
 $G$  = berat seluruh gonad (g)  
 $Q$  = berat sebagian gonad (g)  
 $N$  = jumlah telur dari sebagian gonad (butir)

## Hasil dan Pembahasan

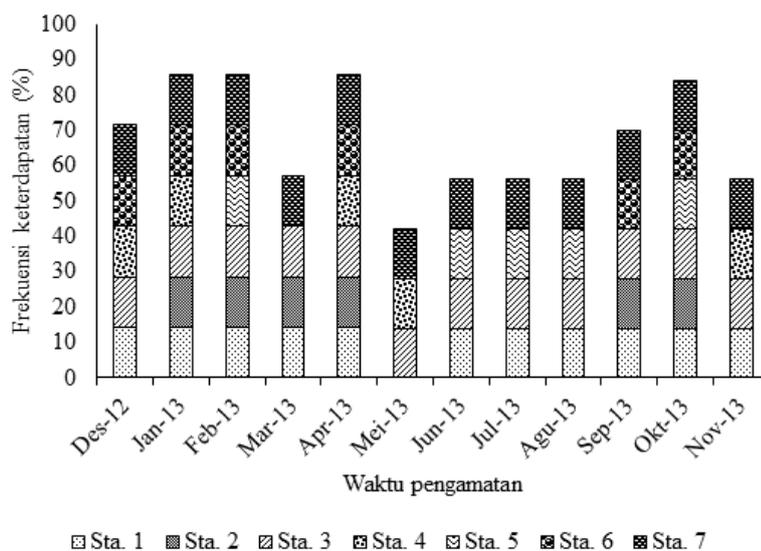
### Pola Distribusi Ikan Nilem, Tambakan dan Gabus

Frekuensi keterdapatan ikan Nilem (Gambar 29) menunjukkan bahwa ikan ini ditemukan sepanjang tahun di stasiun 3 (lebung Suak Buayo) dan stasiun 7 (segmen sungai bagian hilir), dan hampir ditemukan di sepanjang tahun (kecuali bulan Mei

2013) di stasiun 1 (Kapak Hulu). Hal ini menunjukkan bahwa habitat utama ikan nilem adalah sungai (baik pada segmen hulu maupun hilir) dan lebung Suak Buayo. Secara umum terlihat bahwa ikan nilem cenderung lebih banyak bergerak secara longitudinal dari dan atau ke hulu sungai, meskipun juga bergerak lateral ke area lebak dan paparan rawa banjir lainnya pada saat musim banjir. Hal ini terlihat dari ditemukannya ikan nilem di lebak kumpai 1 dan 2 (stasiun 2 dan 6) pada musim banjir, sedangkan pada musim surut, ikan ini kembali bergerak lateral ke habitat sungai.

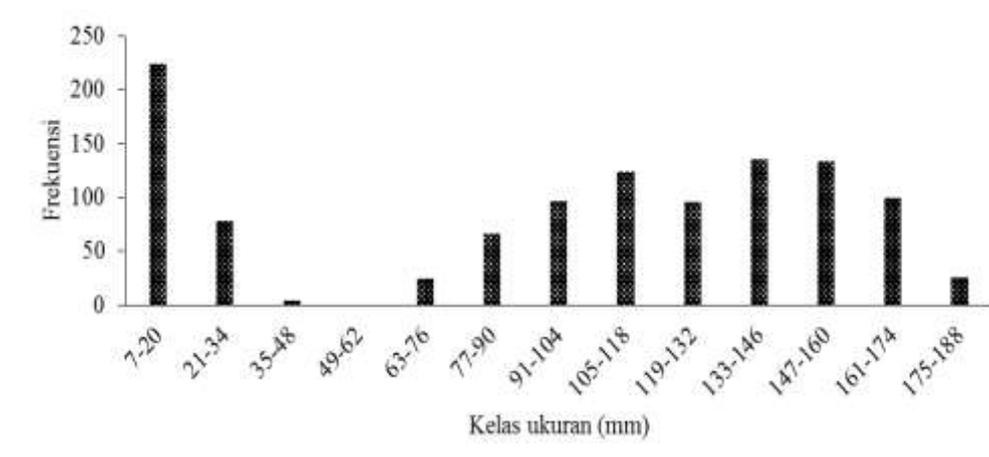
Ikan nilem memiliki kecenderungan untuk memilih habitat dengan perairan mengalir, hal ini terlihat dari jarang ditemukannya ikan ini di area perairan menggenang seperti lebung Proyek (stasiun 4). Ikan ini juga cenderung menghindari kondisi yang tidak baik bagi kehidupannya, sehingga ikan ini juga jarang ditemukan di stasiun kanal perkebunan kelapa sawit (stasiun 5). Hal ini sesuai dengan karakteristik ikan ini yang merupakan ikan golongan *white fish*. Menurut Nurdawati dan Prasetyo (2005), jenis *white fish*, termasuk jenis yang aktif bermigrasi dan sangat peka terhadap perubahan lingkungan. Keterdapatan ikan juga tinggi atau ditemukan sepanjang tahun di area lebung Suak Buayo. Hal ini diduga karena lebung Suak Buayo merupakan lebung yang memiliki konektivitas sepanjang tahun dengan sungai utama, sehingga pada periode surut, area ini secara hidrologi masih berhubungan dengan sungai. Menurut Lasne *et al.* (2007), konektivitas antar habitat di rawa banjir merupakan faktor utama yang mempengaruhi distribusi ikan.

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap panjang total ikan diperoleh selang frekuensi kelas panjang total ikan nilem (Gambar 30) yang menunjukkan selang ukuran 7-48 mm untuk stadia juvenil, serta 49-188 mm untuk dewasa. Selang ukuran terbanyak diperoleh pada stadia juvenil berukuran 7-20 mm, sedangkan pada dewasa berkisar 133-146 mm dan 147-160 mm.



Keterangan : Stasiun (Sta. ) : 1 ( segmen sungai bagian hulu atau Kapak Hulu); 2 (Lebak Kumpai 1); 3 (Suak Buayo); 4 (Lebung Proyek); 5 (kanal perkebunan kelapa sawit); 6 (Lebak Kumpai 2); 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 29 Frekuensi keterdapatan ikan nilem pada masing-masing stasiun

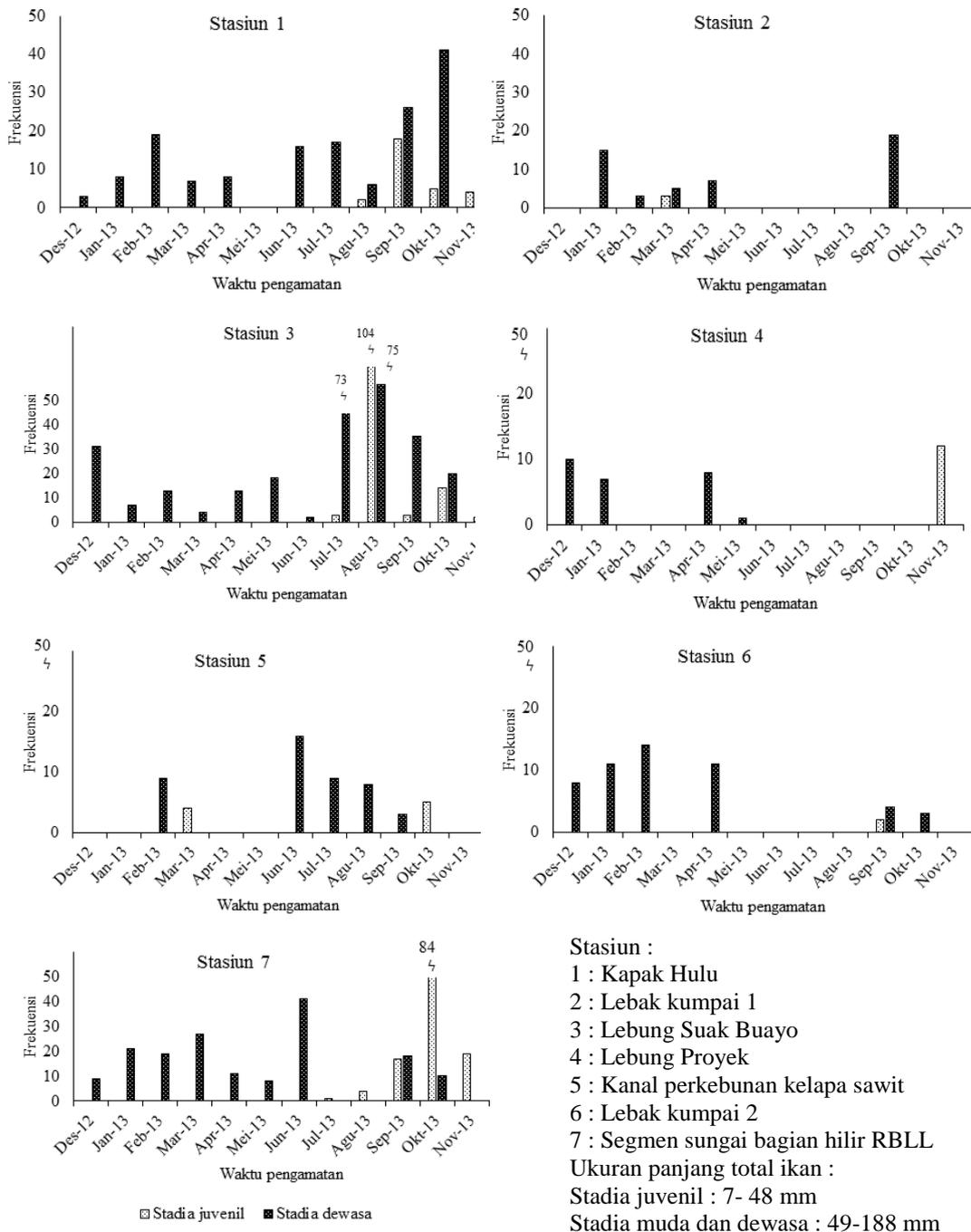


Gambar 30 Frekuensi kelas ukuran panjang total ikan nilem

Distribusi jumlah ikan nilem pada masing-masing stasiun selama satu tahun pengamatan (Gambar 31), menunjukkan jumlah ikan stadia juvenil paling banyak yaitu Bulan Agustus 2013 di stasiun 3 (lebung Suak Buayo) dan Bulan Oktober 2013 di stasiun 7 (segmen sungai bagian hilir). Stadia dewasa ikan nilem ditemukan dalam jumlah terbesar di stasiun 3 (Lebung Suak Buayo) pada Bulan Juli dan Agustus 2013.

Berdasarkan frekuensi keterdapatan dan distribusi jumlah ikan nilem pada masing-masing stasiun menunjukkan bahwa secara spasial ikan ini ditemukan di seluruh stasiun pengamatan, meskipun frekuensi keterdapatan serta stasiun dengan jumlah ikan terbesar yang menunjukkan habitat utama ikan ini yaitu sungai dan lebung Suak Buayo. Area tersebut juga merupakan daerah pemijahan dan pengasuhan ikan nilem. Menurut ICEM (2014), ikan nilem merupakan kelompok *white fishes* yang mensyaratkan kualitas air yang baik bagi kelangsungan hidupnya, terutama kandungan oksigen terlarut dan alkalinitas, sangat peka terhadap peningkatan temperatur terutama pada saat memijah dan stadia juvenil. Berdasarkan nilai rata-rata kualitas air (Lampiran 2) menunjukkan nilai DO yang relatif lebih tinggi terutama pada musim surut di stasiun sungai bagian hulu dan hilir serta lebung Suak Buayo. Selain itu, nilai pH yang diperoleh pada musim surut di ketiga lokasi ini relatif lebih besar (di atas 5) dibandingkan stasiun lain yang relatif lebih rendah (kurang dari 5).

Faktor utama yang menyebabkan ikan nilem memanfaatkan area sungai dan Suak Buayo sebagai habitat pemijahan dan pengasuhan, terkait dengan ketersediaan makanan di area ini. Welcomme (1979) mengklasifikasikan ikan jenis *Oreochilus* ke dalam golongan ikan pemakan perifiton dan daun-daunan serta sedikit memakan fitoplankton. Menurut Poulsen *et al.* (2004) makanan utama ikan nilem berupa perifiton, fitoplankton, algae, akar tanaman dan debris, anelida dan udang-udangan. Hasil penelitian Samuel *et al.* (2008b) menunjukkan area lebung merupakan area yang kaya akan vegetasi tergenang. Hasil penelitian Muflikhah *et al.* (2008) menunjukkan Suak Buayo merupakan area yang memiliki kelimpahan plankton (baik fitoplankton maupun zooplankton) yang relatif tinggi, sedangkan Prianto (2014) menyatakan bahwa area sungai bagian hulu (Kapak Hulu) merupakan area yang memiliki kelimpahan fitoplankton yang sangat besar.



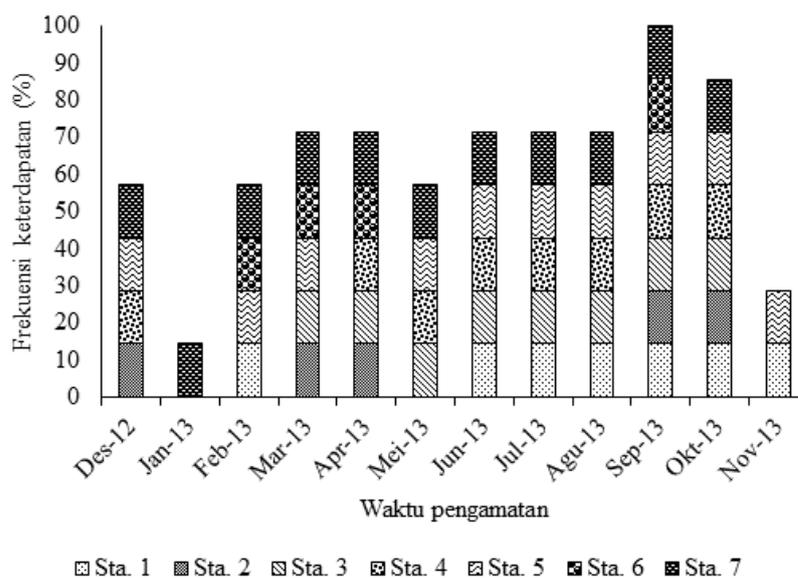
Gambar 31 Distribusi frekuensi jumlah ikan nilam stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama waktu pengamatan

Keberadaan ikan nilam di ketiga lokasi ini juga diduga terkait pemilihan habitat perlindungan. Menurut Poulsen *et al.* (2004), habitat sungai dengan aliran lambat selama musim kemarau, diantara akar pohon, dan tanaman tergenang lainnya merupakan tempat bersembunyi yang baik bagi ikan. Menurut Jánač *et al.* (2010), terdapat hubungan langsung antara keberadaan ikan predator dengan densitas juvenil ikan. Menurut Arantes *et al.* (2011) konektivitas antara bagian

lebung dengan bagian air lainnya memiliki pengaruh positif terhadap kelangsungan hidup dan reproduksi ikan. Ikan dapat bergerak antar habitat memungkinkan untuk menemukan sumber daya makanan yang lebih baik, menemukan habitat pemijahan, atau berenang untuk menghindari area yang kering atau bergerak kembali ke sungai utama pada saat kondisi lingkungan tidak mendukung kelangsungan hidupnya.

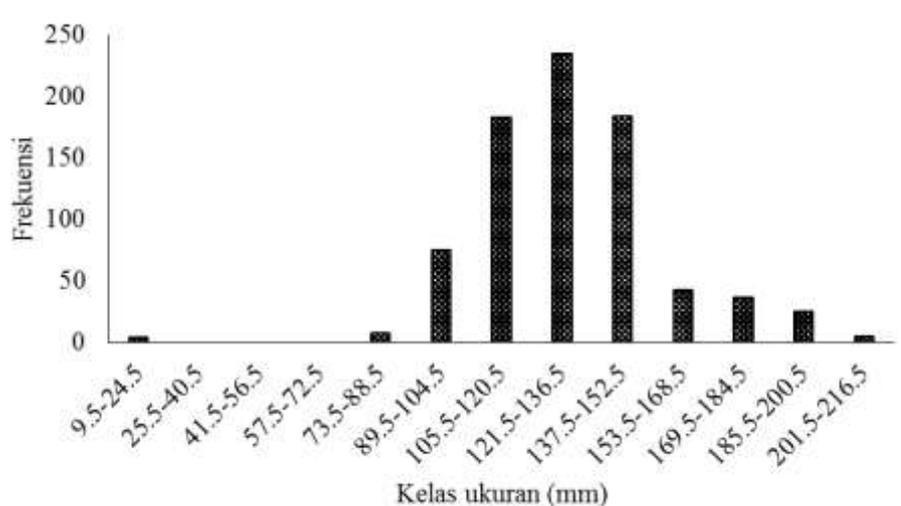
Berdasarkan nilai frekuensi keterdapatan ikan tambakan menunjukkan ikan ini paling sering ditemukan di stasiun 7 (segmen sungai bagian hilir) dan stasiun 5 (kanal perkebunan kelapa sawit) (Gambar 32). Ikan ini ditemukan di seluruh stasiun pengamatan pada Bulan September 2013. Berdasarkan frekuensi keterdapatan ikan tambakan sepanjang waktu penelitian menunjukkan bahwa ikan ini mampu hidup pada habitat mengalir maupun menggenang. Ikan tambakan merupakan kelompok *grey fishes* yaitu kelompok spesies intermediat antara menetap di rawa banjir dan bermigrasi secara singkat diantara rawa banjir dan sungai. Ikan ini memiliki kemampuan adaptasi lebih baik dari jenis ikan *whitefish* (Welcomme 2001). Kemampuan adaptasi ikan tambakan disebabkan adanya kelengkapan organ berupa alat pernafasan tambahan labyritnh.

Berdasarkan hasil pengukuran terhadap panjang total ikan (Gambar 33) diperoleh selang frekuensi kelas panjang total ikan tambakan yang menunjukkan selang ukuran 9.5-88.5 mm untuk stadia juvenil, serta 89.5-216.5 mm untuk stadia dewasa. Selang ukuran terbanyak diperoleh pada ukuran stadia dewasa berkisar 121.5-136.5 mm.



Keterangan : Stasiun (Sta. ) : 1 ( segmen sungai bagian hulu atau Kapak Hulu); 2 (Lebak Kumpai 1); 3 (Suak Buayo); 4 (Lebung Proyek); 5 (kanal perkebunan kelapa sawit); 6 (Lebak Kumpai 2); 7 (segmen sungai bagian hilir RBLL)

Gambar 32 Frekuensi keterdapatan ikan tambakan pada masing-masing stasiun

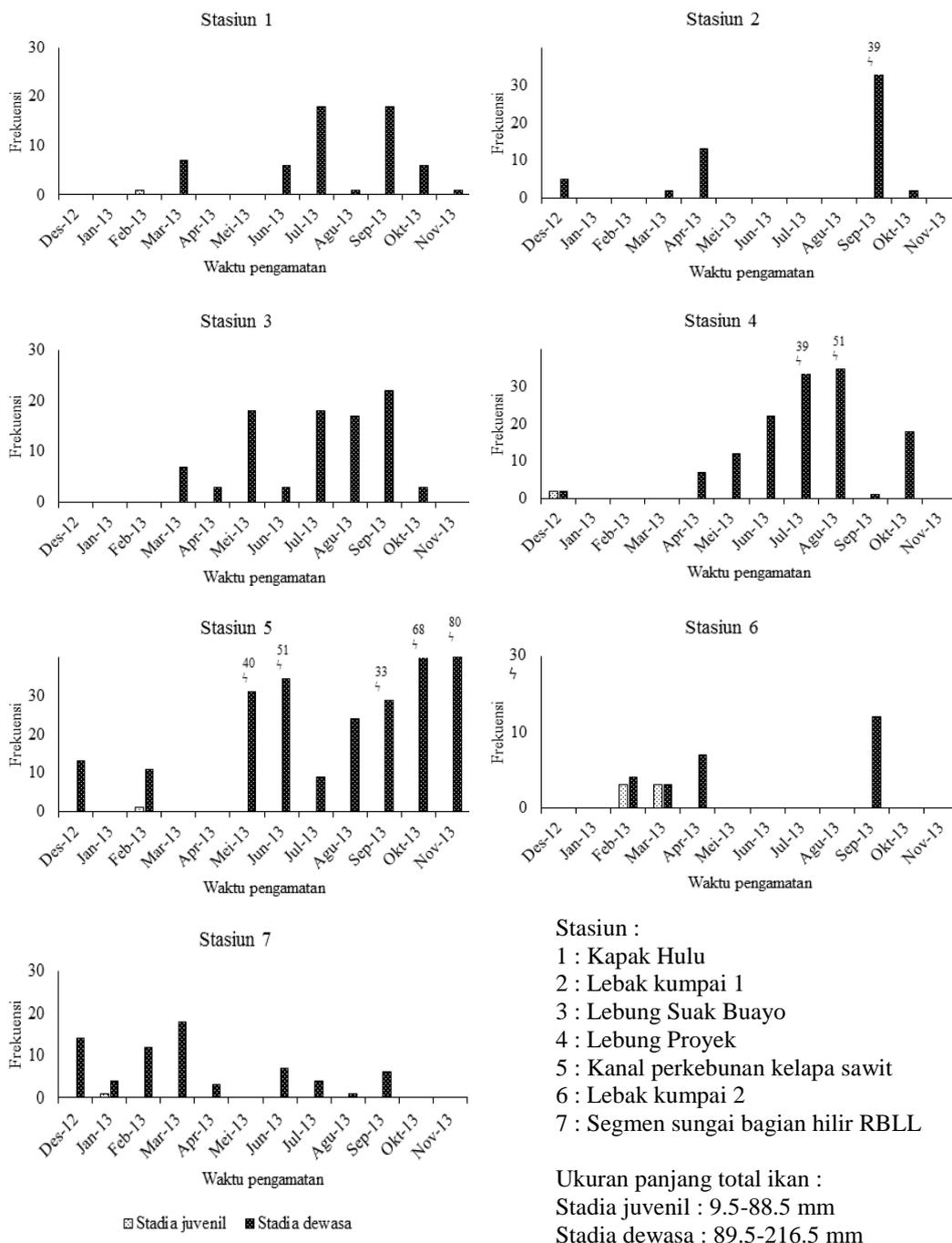


Gambar 33 Frekuensi kelas ukuran panjang total ikan tambakan

Berdasarkan distribusi jumlah ikan tambakan stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun (Gambar 34), menunjukkan habitat utama ikan ini yaitu segmen sungai bagian hilir, kanal perkebunan kelapa sawit, lebung Proyek dan lebung Suak Buayo. Jumlah stadia juvenil ikan tambakan yang diperoleh pada penelitian ini sangat sedikit namun ditemukan di seluruh lokasi pengamatan kecuali di lebak kumpai 1 dan lebung Suak Buayo terutama pada saat muka air tertinggi yaitu Bulan Februari 2013. Ikan Tambakan merupakan jenis *grey-fishes* atau ikan abu-abu, meskipun dalam beberapa studi, ikan ini digolongkan dalam kelompok *black-fishes* (Asyari 2006). Ikan tambakan bersifat toleran terhadap pH asam dan konsentrasi karbondiosida yang tinggi (Utomo & Krismono 2006; Sulistiyarto *et al.* 2007).

Berdasarkan frekuensi keterdapatan dan distribusi jumlah ikan tambakan pada masing-masing stasiun selama waktu penelitian (Gambar 32 dan 34), menunjukkan bahwa pergerakan ikan ini pada saat musim surut, ikan dewasa terkonsentrasi di stasiun kanal perkebunan kelapa sawit dan lebung Proyek. Lokasi kanal perkebunan menjadi area berair yang cukup dalam dan mudah dicapai ikan ketika terjadi kekeringan, karena lokasinya yang memanjang sepanjang lebak kumpai. Sedangkan Lebung Proyek merupakan area yang berair cukup dalam selama musim surut. Menurut Arantes *et al.* (2011), kedalaman terutama pada musim kering merupakan faktor kunci bagi distribusi ikan. Sedangkan menurut Chapman dan Chapman (1993), pergerakan ikan selama banjir mempengaruhi pola distribusi dan jumlah ikan di area lebung. Beberapa jenis ikan bergerak ke seluruh area sebagai respon terhadap peningkatan dan penurunan muka air. Durasi dan besaran banjir musiman adalah salah satu faktor yang menyebabkan ikan terperangkap di lebung ataupun bagian yang berair lainnya.

Lebung Proyek merupakan habitat utama ikan tambakan juga disebabkan tingginya ketersediaan makanan di area ini. Welcomme (1979) mengklasifikasikan ikan tambakan dalam kelompok pemakan plankton (*plankton feeders*) dengan makanan utama fitoplankton serta makanan tambahan berupa zooplankton. Hasil penelitian Muflikhah *et al.* (2008), lebung Proyek merupakan area dengan kelimpahan plankton (baik fitoplankton maupun zooplankton) yang tertinggi (mencapai 11 000 ind/L pada bulan Juli dan 77 120 ind/L pada bulan September).



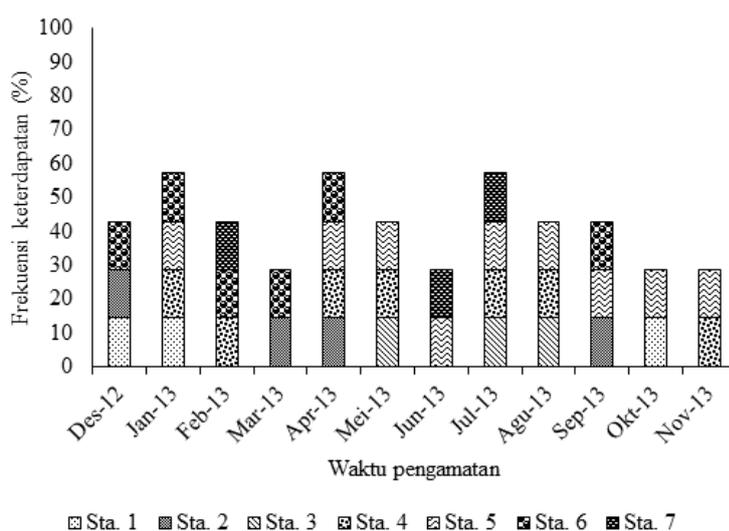
Gambar 34 Distribusi frekuensi jumlah ikan tambakan stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama waktu pengamatan

Frekuensi keterdapatn ikan gabus (Gambar 35) menunjukkan ikan ini paling sering ditemukan di stasiun 5 (kanal perkebunan kelapa sawit) terutama selama musim surut (Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013), stasiun 4 (lebung Proyek) pada musim banjir dan surut serta stasiun 6 (lebak kumpai 2) terutama pada musim banjir 1 (Desember 2012-April 2013). Ikan gabus merupakan kelompok *black fishes* yang mampu hidup pada habitat dengan kualitas air yang kurang baik dan cenderung bermigrasi secara terbatas. Menurut ICEM (2014) sebagian besar ikan

kelompok *black fishes* mampu hidup pada perairan dengan kualitas air yang tidak baik (kandungan oksigen terlarut dan pH yang rendah, kekeruhan dan amonia yang tinggi), bahkan mampu bertahan pada temperatur tinggi dan kondisi anoksik. Berdasarkan data rata-rata kualitas air (Lampiran 2) menunjukkan stasiun 4 dan 5 pada musim surut memiliki nilai DO yang rendah (kurang dari  $2 \text{ mgL}^{-1}$ ) dan pH yang asam (nilai pH kurang dari 5).

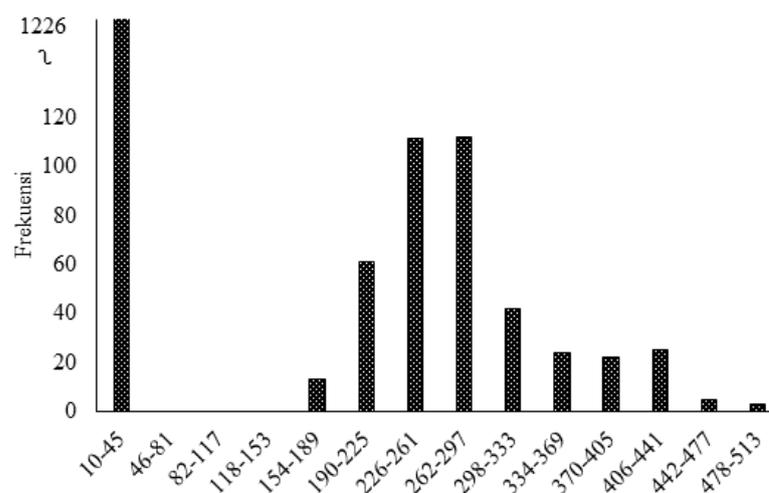
Berdasarkan kelas ukuran panjang total ikan gabus yang diperoleh berkisar 10-513 mm, terdiri dari stadia juvenil berukuran 10-153 mm dan stadia dewasa berukuran 154-513 mm (Gambar 36). Berdasarkan distribusi jumlah ikan gabus stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama satu tahun pengamatan (Gambar 37) menunjukkan bahwa ikan gabus pada stadia juvenil paling banyak ditemukan di stasiun 1 (segmen sungai bagian hulu atau Kapak Hulu) dan stasiun 5 (kanal perkebunan kelapa sawit) pada Bulan Oktober 2013, dan stasiun 4 (lebung Proyek) pada Bulan November 2013.

Stadia dewasa ikan gabus ditemukan di seluruh stasiun pengamatan kecuali di kering. Menurut Asyari *et al.* (2002), Kapak Hulu merupakan stasiun 1 (Kapak Hulu). Dengan demikian, diduga stasiun ini merupakan area pengasuhan (*nursery ground*) ikan gabus. Keberadaan juvenil ikan dalam jumlah besar di area Kapak Hulu disebabkan area ini merupakan area suaka perikanan yang pada bagian tepi sungainya masih berupa lebak kumpai yang mengalami penggalian sehingga masih cukup dalam atau berair pada waktu musim salah satu suaka perikanan tipe sungai yang di bagian kiri dan kanannya terdapat area yang terdapat tanaman air “kumpe” atau kumpai (graminae). Hal ini memberikan tempat perlindungan bagi juvenil ikan gabus. Faktor utama area ini cocok sebagai daerah pengasuhan adalah ketersediaan makanan bagi juvenil ikan gabus. Ikan gabus merupakan ikan karnivora, keberadaan juvenil dari jenis ikan yang lebih kecil antara lain ikan nilem yang juga banyak ditemukan di area ini diduga menjadi faktor penyebab area ini strategis bagi keberlangsungan hidup ikan gabus.



Keterangan : Stasiun (Sta. ) : 1 ( segmen sungai bagian hulu atau Kapak Hulu); 2 (Lebak Kumpai 1); 3 (Suak Buayo); 4 (Lebung Proyek); 5 (kanal perkebunan kelapa sawit); 6 (Lebak Kumpai 2); 7 (segmen sungai bagian hilir RBL)

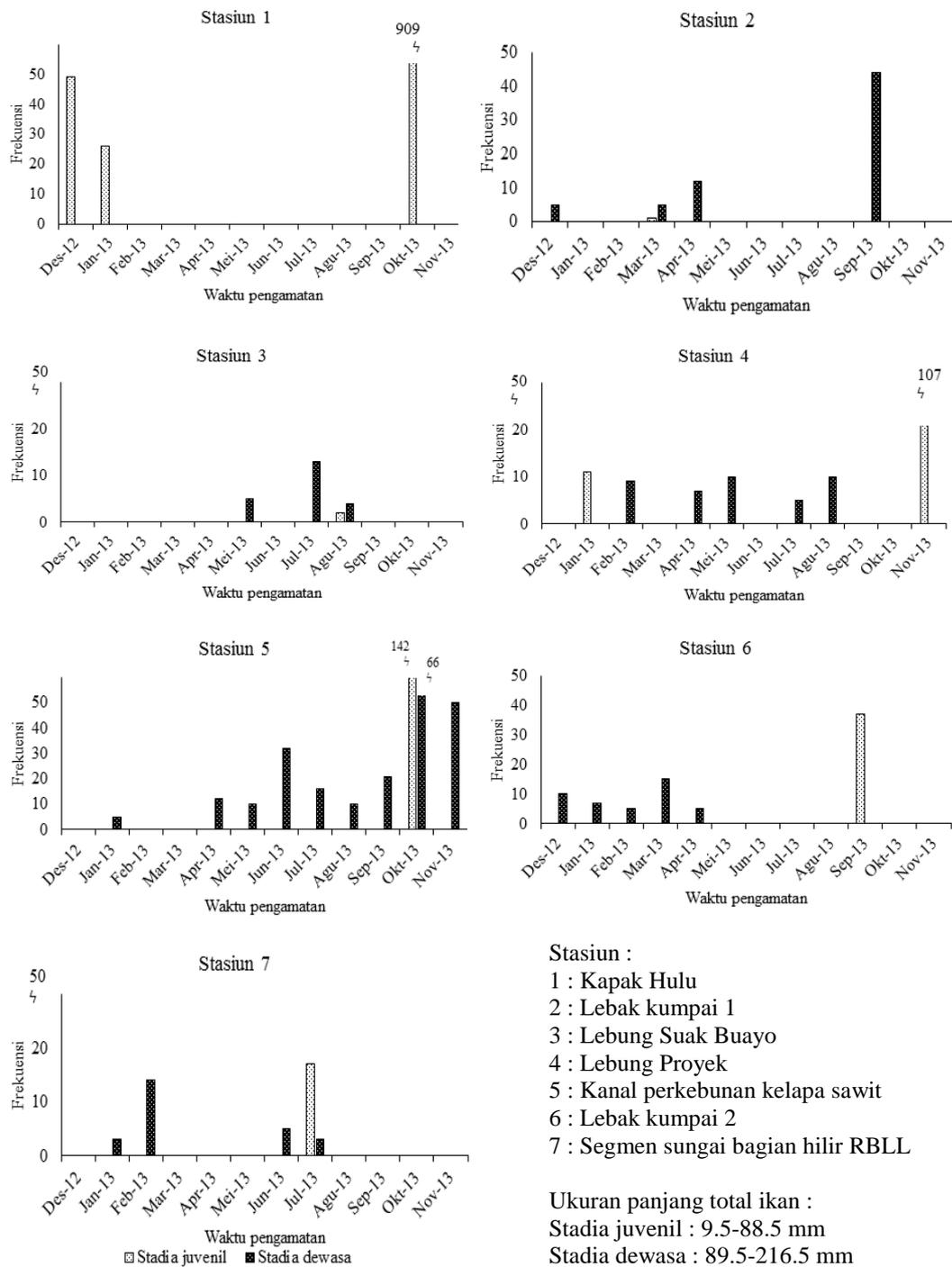
Gambar 35 Frekuensi keterdapatan ikan gabus pada masing-masing stasiun



Gambar 36 Frekuensi kelas ukuran panjang total ikan gabus

Berdasarkan frekuensi keterdapatannya ikan nilam, tambakan dan gabus menunjukkan beberapa faktor yang mempengaruhi pergerakan ketiga jenis ikan tersebut antara lain konektivitas antar habitat serta kualitas air pada masing-masing habitat. Menurut Welcomme (1979), perairan rawa banjir secara hidrologi memiliki area yang tergenang atau berair sepanjang tahun (*permanen water*), berair secara periodik pada waktu tertentu (*seasonal water*), maupun daratan yang tidak berair sepanjang tahun. Kekhasan karakteristik morfologi dan hidrologi rawa banjir serta adanya perbedaan konektivitas hidrologi antar habitat menyebabkan adanya pergerakan ikan baik itu longitudinal, lateral, maupun vertikal baik antar habitat maupun antar waktu (Amoros dan Bornette 2002; Ickes *et al.* 2005).

Pergerakan ikan di RBLL juga dipengaruhi oleh kualitas air dan kemampuan ikan untuk beradaptasi pada kualitas air tersebut. Kelengkapan organ terutama organ pernafasan tambahan seperti *labyrinth* pada ikan tambakan dan *divertikula* pada ikan gabus merupakan strategi dan mekanisme adaptasi kedua ikan tersebut untuk dapat bertahan pada kuantitas serta kualitas air yang kurang baik. Hal ini menyebabkan ikan gabus dan ikan tambakan mampu bertahan pada area dengan kondisi kualitas air terutama kandungan oksigen yang rendah. Menurut Makmur (2008) dan Anjos *et al.* (2008), ikan gabus dan ikan tambakan lebih banyak hidup di perairan menggenang dan mampu mentoleransi lingkungan yang ekstrim dengan melakukan adaptasi morfologi, fisiologi maupun tingkah laku.



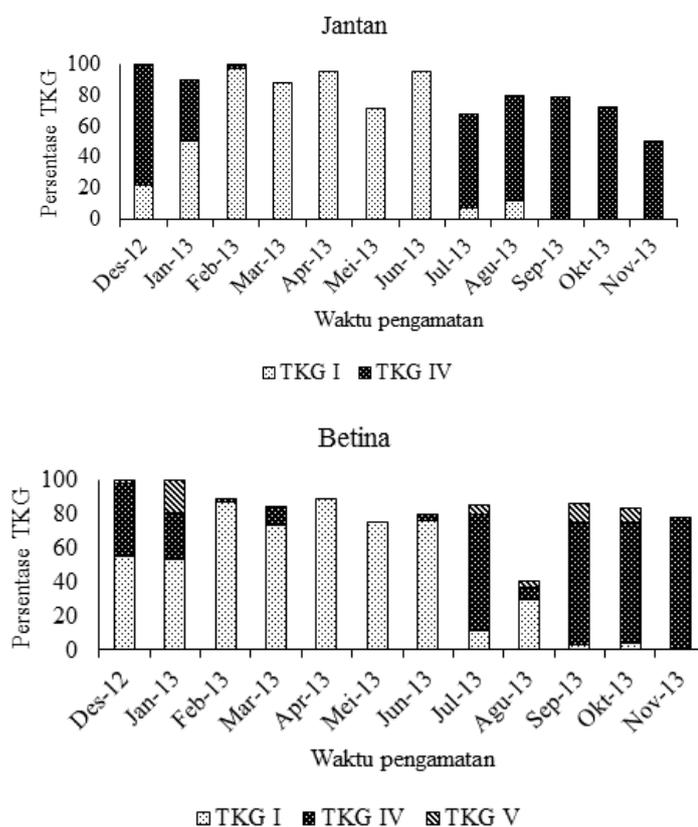
Gambar 37 Distribusi frekuensi jumlah ikan gabus stadia juvenil dan dewasa pada masing-masing stasiun selama waktu pengamatan

### Pola Reproduksi Ikan Nilem, Tambakan dan Gabus

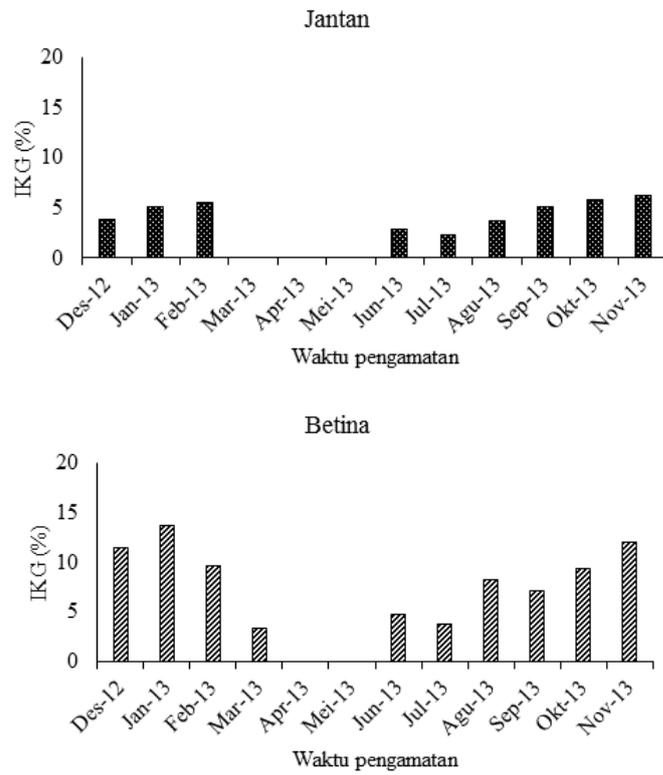
Pola distribusi ikan nilem, tambakan dan gabus terkait dengan kepentingan pemijahan ketiga jenis ikan tersebut. Parameter reproduksi ikan nilem berdasarkan TKG, IKG, fekunditas dan diameter telur (gambar 38-41) digunakan untuk

menduga pola reproduksi ikan ini. Berdasarkan TKG dan IKG (Gambar 38-39), pemijahan ikan nilam terjadi sepanjang tahun kecuali pada Bulan April dan Mei 2013 dengan puncak pemijahan pada Bulan Maret 2013. Pemijahan ikan ini juga terjadi pada saat musim surut, hal ini diduga disebabkan pada musim surut tahun ini, air di area lebak kumpai tidak benar-benar kering bahkan terjadi kenaikan air mingguan yang merangsang ikan untuk memijah.

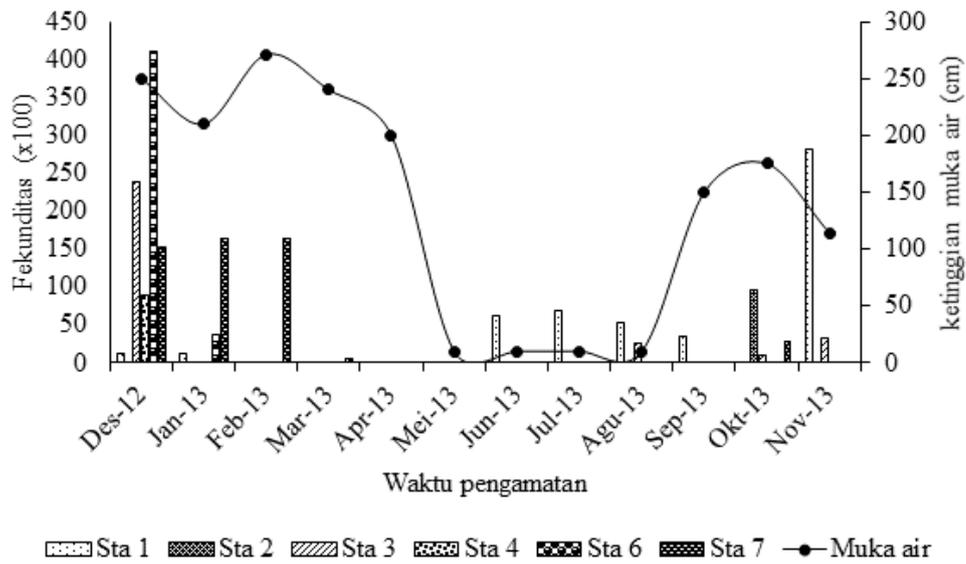
Area pemijahan (*spawning ground*) ikan nilam terutama adalah sungai (hulu maupun hilir) serta lebung Suak Buayo. Hal ini terlihat dari diperolehnya ikan dengan TKG IV di area ini dalam jumlah yang relatif besar dibandingkan stasiun lainnya (Lampiran 7). Berdasarkan Gambar 40 menunjukkan bahwa ikan nilam dengan TKG IV memiliki fekunditas relatif tinggi pada musim banjir 1 di stasiun Suak Buayo, lebak kumpai 2 dan segmen sungai bagian hilir pada Bulan Desember 2012, namun pada bulan selanjutnya (Januari sampai dengan Februari 2013) relatif tinggi ditemukan hanya di stasiun sungai bagian hilir. Pada musim surut, ditemukan ikan nilam dengan TKG IV yang memiliki fekunditas relatif rendah di stasiun sungai bagian hulu atau Kapak Hulu. Pada musim banjir 2, fekunditas ikan cukup tinggi di stasiun kapak Hulu, dan relatif rendah di stasiun lebak kumpai, Suak Buayo dan segmen sungai bagian hilir.



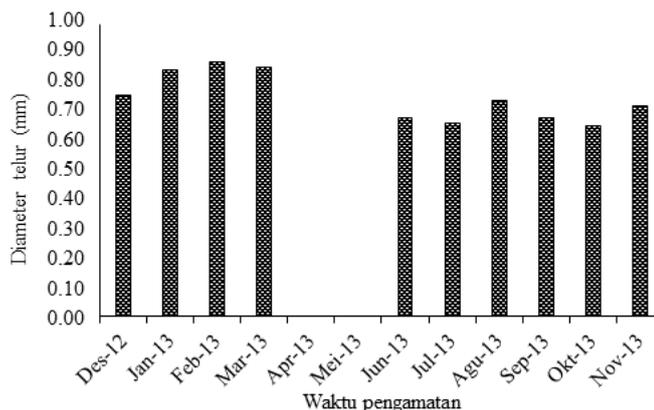
Gambar 38 Persentase TKG I, IV dan V ikan nilam jantan dan betina



Gambar 39 IKG ikan nilem jantan dan betina pada TKG IV



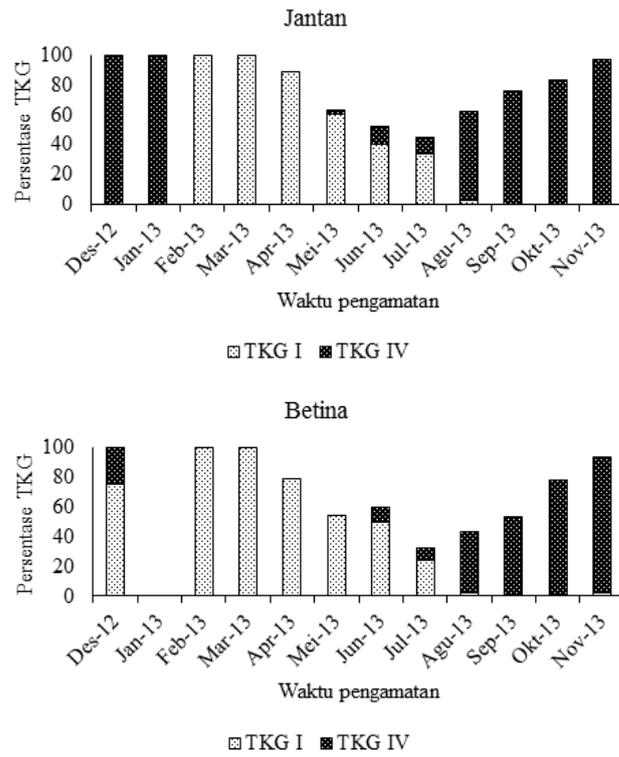
Gambar 40 Fekunditas ikan nilem TKG IV dan ketinggian muka air pada waktu pengambilan sampel ikan



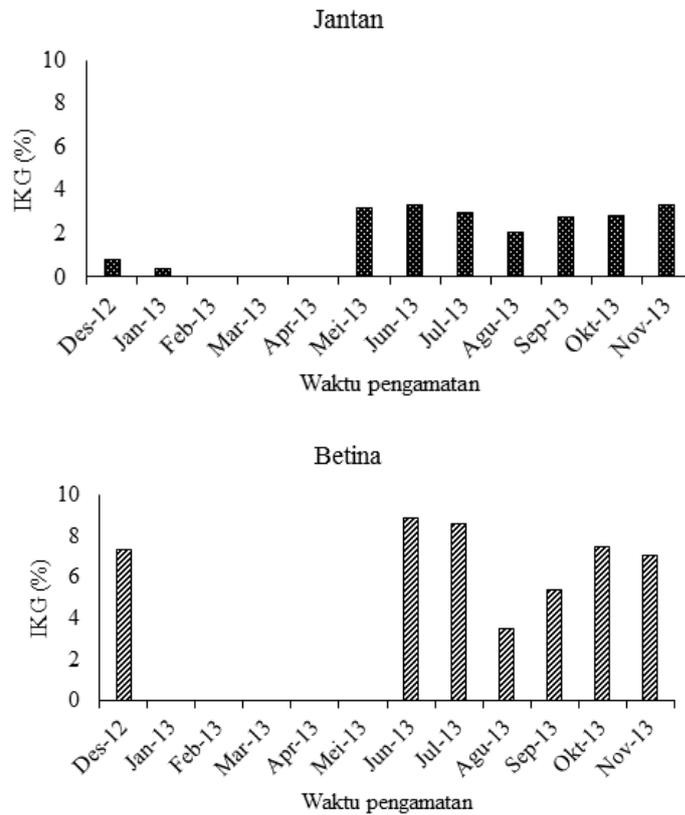
Gambar 41 Diameter telur ikan nilem pada TKG IV

Jumlah stadia juvenil ikan tambakan yang diperoleh pada penelitian ini sangat sedikit sehingga pola reproduksi lebih mungkin diduga berdasarkan nilai TKG, IKG, fekunditas maupun diameter telur ikan tambakan yang diperoleh selama penelitian (Gambar 42-45). Berdasarkan nilai TKG, terlihat bahwa TKG IV ikan tambakan ditemukan sepanjang tahun kecuali Bulan Februari sampai dengan April 2013. Nilai IKG ikan tambakan yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 0.39-3.35% (rata-rata 2.41%) untuk ikan tambakan jantan, dan 3.49-8.90% (rata-rata 6.91%) untuk ikan tambakan betina.

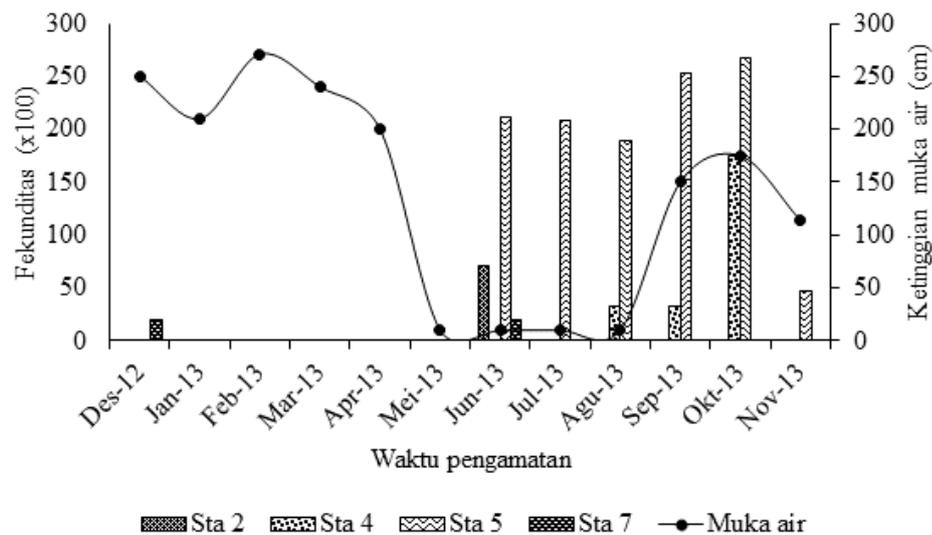
Kisaran nilai IKG ikan betina yang diperoleh lebih lebar dibandingkan dengan IKG ikan tambakan yang diperoleh pada penelitian Rahman *et al.* (2013) yang hanya berkisar 4.05-5.13%. Meskipun demikian, menurut Rahman *et al.* (2013), nilai IKG ikan tambakan yang kurang dari 20% menandakan ikan ini dapat memijah sepanjang tahun. Berdasarkan nilai TKG dan IKG ikan tambakan yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan puncak pemijahan ikan terjadi pada Bulan Agustus dan November 2013. Area pemijahan ikan tambakan terutama di saluran kanal perkebunan kelapa sawit, Lebung Proyek dan lebak kumpai. Hal ini terlihat dari diperolehnya ikan tambakan dengan TKG IV yang relatif lebih banyak di area ini dibandingkan dengan area lainnya. Meskipun juga ditemukan cukup banyak di area sungai baik hulu maupun hilir (Lampiran 7). Berdasarkan Gambar 44, ikan tambakan dengan TKG IV memiliki fekunditas relatif tinggi pada musim surut di stasiun 5 atau saluran kanal perkebunan kelapa sawit, sedangkan pada musim banjir 2, selain di saluran kanal perkebunan kelapa sawit, ditemukan juga ikan dengan fekunditas relatif besar di lebung Proyek. Keberadaan ikan yang siap memijah di lokasi saluran kanal perkebunan kelapa sawit pada musim surut, disebabkan adanya naik-turun muka air pada musim surut, sehingga pada saat kenaikan air, ikan ini bergerak ke paparan lebak kumpai untuk memijah, namun ketika terjadi penurunan air kembali secara mendadak, ikan akan bergerak mencari tempat berair terdekat yaitu saluran kanal perkebunan kelapa sawit.



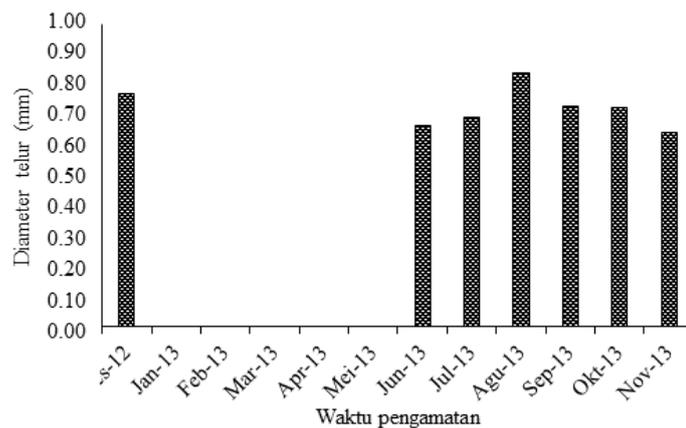
Gambar 42 Persentase TKG I dan IV ikan tambakan jantan dan betina



Gambar 43 IKG ikan tambakan jantan dan betina pada TKG IV

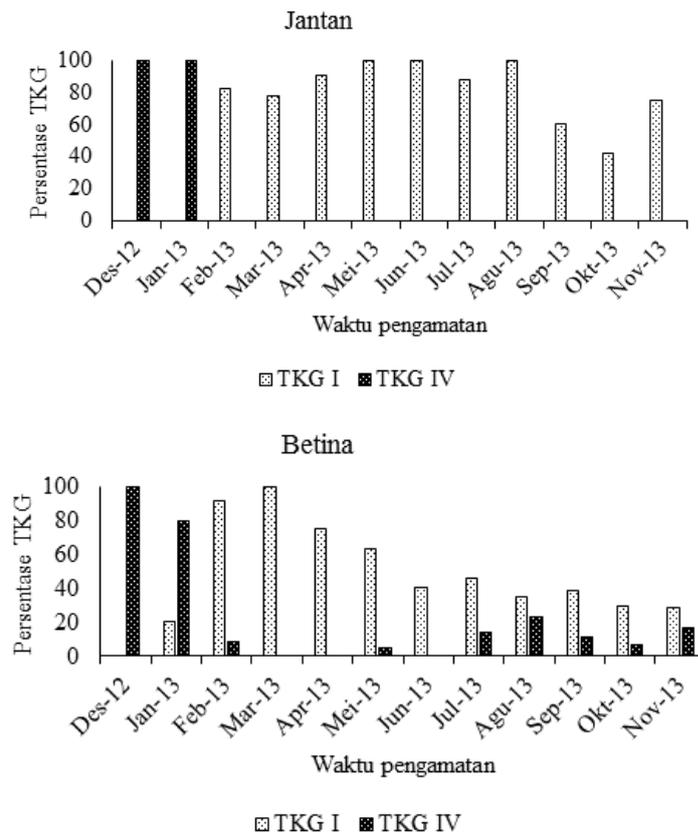


Gambar 44 Fekunditas ikan tambakan TKG IV dan ketinggian muka air ada waktu pengambilan sampel ikan

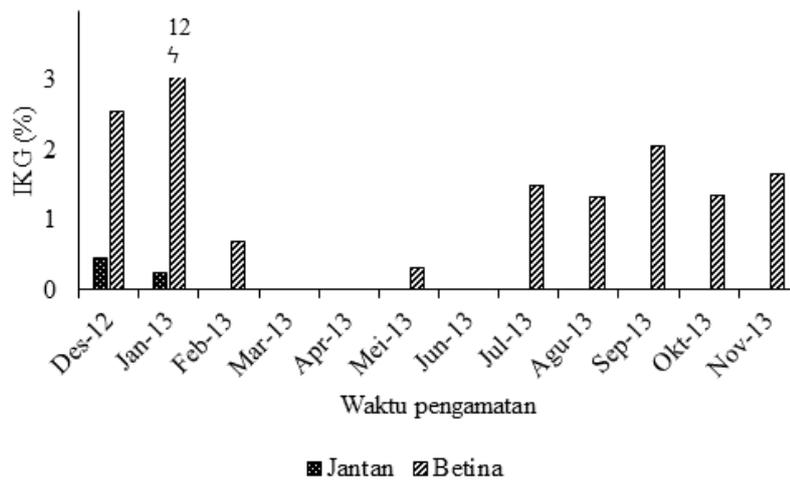


Gambar 45 Diameter telur ikan tambakan TKG IV

Menurut Makmur *et al.* (2003), ikan gabus merupakan jenis ikan yang memijah sepanjang tahun. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ikan gabus dengan TKG IV ditemukan sepanjang tahun kecuali Bulan Maret 2013, April 2013 dan Juni 2013 (Gambar 46). Meskipun demikian, TKG I ikan ini ditemukan pada bulan-bulan tersebut, sehingga diduga ikan ini tetap memijah sepanjang tahun. IKG ikan gabus dengan TKG IV yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 0.24-0.45 % untuk ikan jantan dan 0.31-12.38 % untuk ikan betina (Gambar 47).



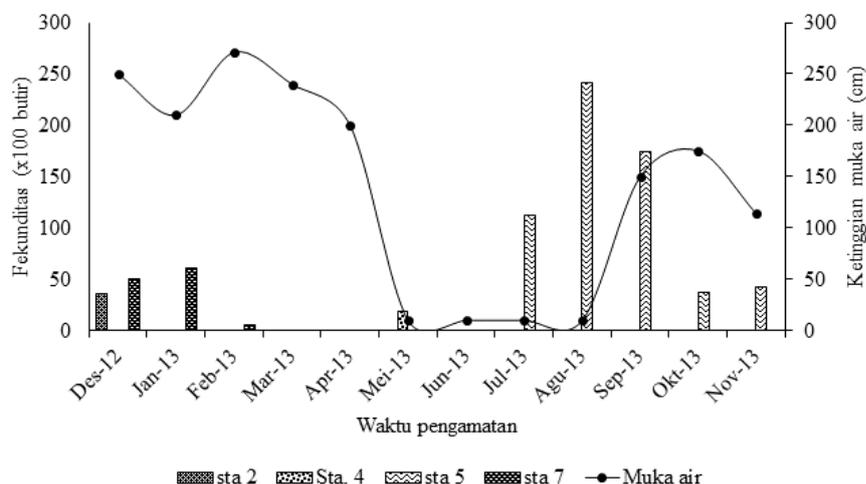
Gambar 46 Persentase TKG I dan IV ikan gabus jantan dan betina



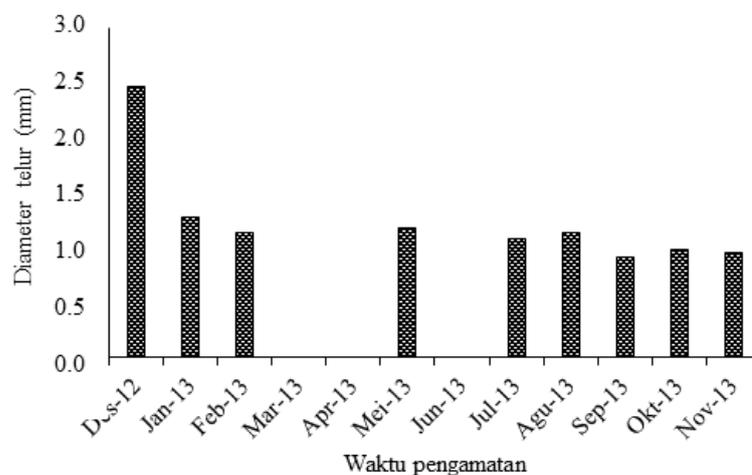
Gambar 47 IKG ikan gabus jantan dan betina pada TKG IV

Fekunditas ikan yang diperoleh pada penelitian ini (Gambar 48) berkisar 1 936 butir (Bulan Mei 2013) sampai dengan 24 206 butir (Bulan Agustus 2013). Diameter telur terbesar diperoleh pada Bulan Desember 2012 (Gambar 49). Berdasarkan Gambar 48, ikan gabus dengan TKG IV memiliki fekunditas relatif tinggi pada musim surut di stasiun 5 atau saluran kanal perkebunan kelapa sawit. Keberadaan ikan yang siap memijah di lokasi saluran kanal perkebunan kelapa

sawit pada musim surut, disebabkan adanya naik-turun muka air pada musim surut, sehingga pada saat kenaikan air, ikan ini bergerak ke paparan lebak kumpai untuk memijah, namun ketika terjadi penurunan air kembali secara mendadak, ikan akan bergerak mencari tempat berair terdekat yaitu saluran kanal perkebunan kelapa sawit.



Gambar 48 Fekunditas ikan gabus TKG IV dan ketinggian muka air pada waktu pengambilan sampel ikan



Gambar 49 Diameter telur ikan gabus TKG IV

Berdasarkan persentase ikan dengan TKG IV dan nilai IKG, puncak pemijahan terjadi pada Bulan Januari-Februari 2013 dan September-Oktober 2013. Pada musim surut, ikan ini tetap memijah, diduga disebabkan selama musim surut, terjadi kenaikan muka air sesaat yang merangsang ikan untuk memijah. Area pemijahan ikan gabus terutama di sungai terutama segmen sungai bagian hilir dan Lebung Proyek, meskipun juga ditemukan dalam jumlah sedikit di Suak Buayo, kanal saluran perkebunan kelapa sawit dan lebak kumpai (Lampiran 7).

## Kesimpulan

Fluktuasi muka air pada waktu pengamatan berbeda dengan fluktuasi muka air pada tahun 1988-1999 serta tahun 2012 terlihat dari area lebak kumpai yang biasanya menjadi daratan masih tetap berair pada musim surut menyebabkan stadia juvenil ikan nilem dapat ditemukan di seluruh area RBLL terutama pada musim banjir ikan. Stadia dewasa ikan nilem ditemukan di seluruh lokasi namun habitat utama ikan ini adalah Suak Buayo dan segmen sungai hulu dan hilir. Stadia juvenil ikan tambakan sangat sedikit diperoleh dan hanya ditemukan pada saat muka air naik terutama pada saat muka air tertinggi pada Bulan Februari 2013, meskipun secara umum ditemukan pada seluruh area RBLL kecuali lebak kumpai 1 dan lebung Suak Buayo. Stadia dewasa ikan tambakan diperoleh di seluruh lokasi dengan habitat utama kanal perkebunan kelapa sawit dan lebung Proyek. Stadia juvenil ikan gabus ditemukan dalam jumlah yang sangat besar terutama di Kapak Hulu, lebung Proyek dan kanal perkebunan kelapa sawit. Habitat utama stadia dewasa ikan ini yaitu kanal perkebunan kelapa sawit, lebak kumpai dan lebung Proyek. Perubahan fluktuasi muka air yang berbeda pada waktu pengamatan juga mempengaruhi pola reproduksi ikan. Hal ini terlihat dari ditemukannya ikan baik nilem, tambakan maupun gabus dengan TKG IV pada musim banjir maupun surut, meskipun puncak pemijahan cenderung terjadi pada musim banjir.

## 6 PEMBAHASAN UMUM

### Dampak Fluktuasi Muka Air Terhadap Kualitas Air, Distribusi dan Reproduksi Ikan

Rawa banjir merupakan ekosistem khas terutama siklus hidrologi dari habitat maupun subhabitat yang ada di dalamnya. Secara umum, RBLL memiliki habitat dan subhabitat dengan karakter yang berbeda baik secara hidrologi maupun morfo-hidrologinya (Tabel 15). Faktor utama yang mempengaruhi siklus hidrologi di RBLL pada tahun penelitian (Desember 2012 sampai dengan November 2013) adalah perubahan iklim terutama pola curah hujan sebagai dampak fenomena La Nina di Samudra Pasifik dan Dipole Mode di Samudra Hindia atau *Indian Ocean Dipole* (IOD) negatif (Tunggal 2013). Perubahan pola curah hujan di sepanjang tahun menyebabkan perubahan pola banjir (tergenang) dan kering terutama di habitat yang tergenang secara periodik. Perubahan pola banjir dan kering di area RBLL dengan indikasi perubahan ketinggian muka air ini menyebabkan adanya perubahan luasan genangan (sebagai indikasi adanya perubahan kuantitas air) serta kualitas air di RBLL.

Tabel 15 Perbedaan habitat dan sub habitat di RBLL

Habitat/ sub habitat	Karakter hidrologi		Morfo-hidrologi		Konektivitas dengan sungai	
	Berair sepanjang tahun (permanen water)	Berair secara periodik (seasonal or periodical water)	Mengalir	Tergenang	Terkoneksi sepanjang tahun	Terkoneksi secara musiman atau periodik
Sungai Lempuing						
• Bagian hulu	√		√		√	
• Bagian hilir	√		√		√	
Lebak Kumpai		√		√		√
Lebung						
• Suak Buayo	√			√	√	
• Lebung Proyek	√			√		√
Saluran atau kanal perkebunan kelapa sawit	√		√		√	

Sumber : Welcomme (1979); Samuel *et al.* (2008a); Utomo *et al.* (2008)

Perubahan curah hujan yang hampir merata sepanjang tahun (rata-rata 275 mm/bulan) dan jumlah hari hujan antara 10 – 25 hari/bulan, menyebabkan sepanjang tahun penelitian tidak terjadi kondisi yang benar-benar kering terutama

di area lebak kumpai dengan ketinggian muka air sekitar 10 cm yaitu pada Bulan Mei sampai dengan Agustus 2013 (Gambar 3). Namun, dalam bulan-bulan tersebut kenaikan muka air tidak selalu bertahan selama satu bulan. Hal ini terlihat dari hasil pengukuran muka air setiap minggu dalam satu bulan yang menunjukkan tinggi muka air pada musim surut yaitu Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013, pada minggu-minggu tertentu cukup tinggi (Gambar 12). Kenaikan muka air terutama terlihat pada minggu ke-1 sampai minggu ke-3 bulan Juni 2013, minggu ke-3 sampai dengan minggu ke-4 Bulan Juli 2014 serta minggu ke-1 sampai dengan minggu ke-3 Bulan Agustus 2013.

Berdasarkan hasil pengukuran ketinggian muka air pada saat pengambilan sampel air dan ikan, menunjukkan perubahan musiman di area RBLL yaitu musim banjir 1 (Bulan Desember 2012 sampai dengan April 2013), musim surut (Bulan Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013), dan musim banjir 2 (Bulan September 2013 sampai dengan November 2013). Ketinggian muka air tertinggi terjadi pada Bulan Februari 2013.

Selain perubahan fluktuasi muka air, perubahan tata guna lahan RBLL terutama untuk pengembangan perkebunan kelapa sawit dan industri pengolahannya menjadi ancaman bagi keseimbangan ekosistem di RBLL. Kanal-kanal baik mayor (berukuran lebar sekitar 4 m) maupun minor (berukuran lebar sekitar 1 m), yang melintasi paparan rawa banjiran, membawa buangan dari kegiatan perkebunan. Air buangan yang mengandung berbagai limbah antropogenik merupakan bahan masukan yang juga dapat mempengaruhi kualitas air di RBLL. Di sisi lain, kanal yang sepanjang tahun berair ini, menjadi alternatif habitat yang digunakan ikan terutama pada saat musim kering. Limbah antropogenik lain yang juga menjadi masukan yang mempengaruhi kualitas air di paparan RBLL adalah bahan masukan dari bagian hulu segmen sungai Lempuing (bahan masukan yang terbawa oleh aliran air sungai Lempuing sebelum memasuki paparan RBLL). Berdasarkan peta tata guna lahan, penggunaan lahan di area hulu RBLL terutama berupa pemukiman, pertanian dan perkebunan rakyat. Berdasarkan tata guna lahan baik di area RBLL maupun pada bagian hulu sebagai *cathment area* tersebut, limbah antropogenik yang diukur dan diamati dalam penelitian ini yaitu herbisida dari golongan paraquat dan glyfosat, minyak dan lemak, serta deterjen.

Secara umum, karakteristik kualitas air di RBLL menunjukkan karakteristik kualitas air alami rawa banjiran, yaitu kandungan oksigen dan pH yang rendah. Kondisi air yang cenderung tidak mengalami musim kering, menyebabkan secara umum kualitas air sepanjang tahun relatif sama di seluruh stasiun. Berdasarkan mutu air di RBLL menunjukkan bahwa perairan RBLL berada dalam status tidak tercemar sampai tercemar sedang, sedangkan berdasarkan metode WPI antar stasiun dan antar musim, perairan RBLL berada dalam status tercemar ringan. Hasil analisis menggunakan indeks STORET, menunjukkan perairan RBLL berada dalam status tercemar sedang sampai berat. Parameter yang mempengaruhi status mutu air tersebut antara lain nitrit, ortofosfat, COD, minyak dan lemak. Secara umum, metode WPI memberikan gambaran status mutu air pada satu waktu tertentu sehingga mempermudah dalam penentuan strategi penanggulangan atau perbaikan terhadap kerusakan lingkungan. Sedangkan metode STORET bersifat lebih sensitif sehingga metode ini akan memberikan peringatan yang lebih baik dalam mencegah terjadinya kerusakan lingkungan. Dengan demikian, kedua metode ini dapat digunakan berdasarkan pada tujuan dari penentuan status mutu air yang dilakukan.

Tingkat kesuburan RBLL dengan menggunakan formula TSI dan TLI, RBLL menunjukkan status sangat subur (*hyper-eutrophic*). Hal ini disebabkan tingginya konsentrasi TN dan TP seluruh stasiun pengamatan.

Kondisi hidro-morfologi RBLL yang memiliki karakteristik mengalir dan tergenang (secara periodik maupun permanen) menyebabkan parameter kunci yang digunakan yang biasanya ditetapkan berdasarkan perbedaan keduanya, ditetapkan dengan mempertimbangkan parameter terpilih merupakan parameter yang mampu memberikan gambaran sesuai dengan karakteristik alami serta bahan antropogenik yang ditemukan RBLL. Parameter kunci tersebut antara lain pH, kandungan oksigen terlarut, COD, nitrat, nitrit, ortofosfat, deterjen, minyak dan lemak.

Berdasarkan hasil analisis kualitas air, diperoleh kesimpulan bahwa RBLL memiliki nilai COD tinggi yang menunjukkan kandungan bahan organik sukar yang tinggi. Hasil analisis status mutu air menunjukkan bahwa parameter utama yang menentukan status mutu air di RBLL terkait dengan tingginya bahan organik. Hasil analisis WPI menunjukkan parameter nitrit, minyak dan lemak menjadi parameter utama menurunnya mutu air di RBLL, sedangkan berdasarkan indeks STORET parameter penyebab menurunnya mutu air di RBLL selain nitrit, minyak dan lemak, juga ortofosfat, dan COD. Keseluruhan parameter tersebut menunjukkan pengaruh kandungan bahan organik terhadap status mutu air di RBLL. Kandungan bahan organik yang tinggi di RBLL menyebabkan tingkat kesuburan yang sangat tinggi (*hyper-eutrophic*) di RBLL.

Perubahan muka air serta kualitas air di RBLL mempengaruhi pola distribusi dan reproduksi ikan sebagai indikator yang dapat memberikan gambaran kehidupan biota akuatik di perairan RBLL. Pengamatan dilakukan terhadap pola distribusi dan reproduksi 3 jenis ikan khas rawa banjiran yaitu ikan nilem atau palau, tambakan dan gabus. Ketiga jenis ikan tersebut mewakili kelompok ikan khas rawa banjiran yaitu *white fishes*, *grey fishes* dan *black fishes*.

Pola distribusi ketiga spesies ikan sebagai strategi adaptasi terhadap kondisi di RBLL (Tabel 16) menunjukkan bahwa spesies ikan nilem cenderung menempati habitat dengan perairan mengalir atau sungai dan habitat yang terkoneksi sepanjang tahun dengan sungai. Sedangkan ikan tambakan dan gabus cenderung menempati habitat menggenang yaitu lebung Proyek. Perubahan muka air yang cenderung berfluktuatif namun tidak menyebabkan kondisi kering di area lebak kumpai, menyebabkan kedua ikan ini pada saat surut banyak ditemukan di stasiun kanal perkebunan kelapa sawit. Stasiun ini merupakan area yang strategis karena berair cukup dalam pada musim surut, dan berada memanjang melewati lebak kumpai. Dengan demikian, ketika air surut secara tiba-tiba, kedua jenis ikan ini akan mudah menjangkau area ini.

Tabel 16 Pola distribusi ikan nilem, tambakan dan gabus di RBLL

Kelompok ikan	Jenis ikan	Habitat utama	Migrasi
<i>White-fishes</i>	Nilem	Segmen sungai dan lebung Suak Buayo	Longitudinal dan lateral
<i>Grey-fishes</i>	Tambakan	Lebung Proyek dan kanal perkebunan kelapa sawit	Longitudinal dan lateral
<i>Black-fishes</i>	Gabus	Lebung proyek dan kanal perkebunan kelapa sawit	Lateral

Pola reproduksi ikan rawa banjiran secara umum pada kondisi normal pada saat terdapat perbedaan musim banjir dan surut yang terutama ditandai dengan lebak kumpai menjadi daratan kering, ikan-ikan khas rawa banjiran memijah terutama di lebak kumpai pada saat muka air mulai naik, dan pada saat surut kembali menempati habitat utamanya seperti sungai dan lebung. Pada penelitian ini, perubahan muka air yang tidak normal menyebabkan terjadinya perubahan pola reproduksi ikan yaitu ditemukannya ikan dengan TKG IV baik pada musim banjir maupun surut. Hal ini disebabkan karena pada musim kemarau yang seharusnya merupakan musim surut air, terjadi curah hujan tinggi yang menyebabkan kenaikan air di RBLL. Kenaikan muka air sesaat ini merangsang ikan untuk memijah.

### **Strategi Pengelolaan Rawa Banjiran Lubuk Lampam**

Perairan RBLL Lubuk Lampam memiliki nilai ekologis terutama sebagai kawasan penyangga ekosistem rawa banjiran disekitarnya, antara lain rawa banjiran Sarang Elang (terletak di bagian hulu atau selatan RBLL) dan Belanti (terletak di bagian hilir atau utara RBLL). Hal ini disebabkan sebagian kawasan RBLL (Kapak Hulu, Suak Buayo dan Lebung Proyek) telah ditetapkan sebagai suaka perikanan. Pengelolaan RBLL yang tepat akan berdampak tidak hanya bagi keseimbangan ekosistem RBLL, namun juga ekosistem rawa banjiran di sekitarnya.

Pengelolaan RBLL sebelum ditetapkan sebagai kawasan konservasi perairan, sebagaimana rawa banjiran di Sumatera Selatan pada umumnya memiliki latar belakang kearifan lokal masyarakat yang dikenal dengan istilah lelang lebak lebung. Sistem ini dikenal sejak pemerintahan marga tahun 1630 selama masa pemerintahan kerajaan Palembang Darussalam. Lelang lebak lebung merupakan bentuk perizinan untuk menangkap ikan disuatu perairan dengan cara melelang perairan. Tujuan utama dari lelang lebak lebung yaitu untuk meredam konflik perebutan perairan dan pemasukan keungan ke kas pemerintah daerah (Arsyad 1982).

Perkembangan mengenai lelang lebak lebung ini diatur oleh pemerintah Belanda pada tahun 1919 dengan dibuatnya IGOP (*Inlandehe Gemeente Ordinatic Voor Palembang*), dan pada tahun 1938 diganti dengan *Staadblad Hindia Belanda* (Arsyad 1982). Sistem pemerintahan daerah pada saat itu adalah pemerintah "*Marga*" yang dipimpin oleh seorang *pasirah* (untuk sekarang setara dengan Lurah), dan pelaksanaan lelang lebak lebung dipimpin oleh *pasirah* tersebut. Tahun 1974 Pemerintah Daerah Tingkat I Sumatera Selatan mengeluarkan peraturan No: 8/Perdasss/ 1973/1974 tanggal 14 juli 1974 tentang lelang lebak lebung yang mengatur keseragaman aturan pelaksanaan lelang lebak lebung di Sumatera Selatan. Pada masa pemerintahan marga, kondisi akses sumber daya perikanan banyak yang mempertimbangkan rasa keadilan dan hubungan sosial diantara masyarakat, meskipun sebenarnya dari segi ekonomi menjadi tidak rasional (Nasution 2008).

Pengelolaan perikanan di Indonesia dalam sejarahnya dimulai dengan inisiatif yang muncul di masyarakat lokal melalui pemahaman pengetahuan lokal (*local knowledge/customary knowledge*) yang kemudian berkembang menjadi sistem hukum adat (*customary laws*). Sistem ini kemudian tereduksi oleh rezim pengelolaan yang didominasi oleh pemerintah (*command and control regime*),

khususnya era 1966 – 1998. Pengelolaan bersifat sentralistik dan peran komunitas lokal juga tereduksi (Adrianto *et al.* 2011).

Menurut Nasution (2008) perubahan sentralistik ini juga terjadi dari pemerintahan sistem marga ke pemerintahan sistem desa. Bersamaan dengan itu, penetapan lelang lebak sesuai dengan Surat Keputusan (SK) Gubernur Sumatera Selatan No. 705/KPTS/II/1982 tanggal 5 Nopember 1982 wewenang pelaksanaan dan pengawasan lelang lebak lebung diberikan kepada pemerintah kabupaten dalam wilayah propinsi Sumatera Selatan. Sebagai tindak lanjut SK Gubernur tersebut maka Pemerintah Daerah Tingkat II membuat Peraturan Daerah No: 3/perda/1984 tanggal 30 Agustus 1984 yang mengatur tentang lelang lebak lebung. Peraturan terbaru mengenai lelang lebak lebung terutama di Kabupaten Ogan Komering Ilir yaitu Peraturan Daerah Kabupaten Ogan Komering Ilir No. 12 tahun 2010 (PEMDA OKI 2010) mengenai pengelolaan lebak, lebung dan sungai, mengatur berbagai aspek pengelolaan perairan, antara lain meliputi ketentuan penangkapan dan konservasi.

Menurut Nasution *et al.* (1992), sistem lelang lebak lebung mempunyai kelebihan dan kelemahan. Kelebihan dari sistem ini antara lain : (1) Lelang lebak lebung suatu cara untuk mengatur hak penangkapan di perairan agar tidak terjadi perebutan wilayah, cara ini efektif agar tidak terjadi konflik, (2) Penangkapan ikan hanya bisa dilakukan oleh orang yang membeli atau orang yang menyewa perairan, dengan demikian jumlah nelayan yang menangkap ikan lebih sedikit, artinya jumlah upaya penangkapan sedikit. Ditinjau dari segi pelestarian hal ini akan menguntungkan, (3) Sangat menunjang bagi pemasukan asli daerah (PAD), contoh PAD Kabupaten Ogan Komering kurang lebih 35 % berasal dari lelang lebak lebung yang sangat berarti bagi pembangunan daerah, (4) Nelayan pemenang lelang punya harapan besar untuk dijadikan mitra dalam pengelolaan sumber daya ikan.

Kelemahan sistem ini antara lain : (1) penangkapan ikan cenderung menggunakan alat tangkap yang besar (tuguk, ngasar, ngesek, kilung, empang), (2) lelang perairan dilakukan secara kompetisi, pemenang adalah penawar tertinggi. Cara ini akan membuka kemungkinan bahwa hanya pemilik modal yang besar yang akan bisa menang, (3) nelayan kecil dalam melakukan penangkapan ikan sangat tergantung dari aturan yang dibuat oleh si pemenang lelang dan (4) walaupun sudah ada aturan pemenang lelang harus penduduk asli dan harus berprofesi sebagai nelayan, namun kadang kadang dijumpai seorang bukan profesi nelayan untuk ikut lelang.

Perkembangan selanjutnya menunjukkan bahwa sistem lelang lebak lebung termasuk di RBLL mengarah pada penguasaan lahan yang diikuti dengan aktivitas penangkapan di RBLL berlangsung sangat intensif dengan menggunakan berbagai alat tangkap antara lain tuguk, empang, jaring, tajur, rawai (Utomo & Wijaya 2008; Fatah & Gaffar 2008). Menurut Makmur (2008), aktivitas penangkapan yang intensif serta pembersihan lahan untuk perkebunan kelapa sawit dan karet menjadi faktor penyebab terjadinya penurunan jumlah spesies ikan yang ada di RBLL dari 63 spesies pada tahun 1987 menjadi 48 spesies pada tahun 2008.

Upaya untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan di RBLL dilakukan melalui penetapan kawasan suaka perikanan di RBLL yaitu suaka perikanan atau kawasan konservasi perairan tipe lebung yaitu Suak Buayo dan lebung Proyek serta tipe sungai yaitu Kapak Hulu. Penetapan kawasan suaka perikanan ini diatur dalam PERDA OKI No. 12 tahun 2010 pasal 21 ayat 2 yang mengatur adanya lebak,

lebung dan sungai tertentu sebagai areal suaka perikanan atau suaka produksi ikan. PERDA tersebut juga menjelaskan definisi suaka perikanan sebagai *suatu lahan atau (area) perairan pedalaman daratan (lebak, lebung dan sungai) atau badan air yang dilindungi secara mutlak atau terbatas dengan fungsi sebagai penyangga bagi suatu ekosistem akuatik, yang dianggap kritis dan/atau terancam kelestariannya, atau habitat (tempat hidup) sumber daya ikan endemik dan/atau yang sudah hampir punah dan/atau langka dan terancam kelestariannya atau karena memiliki keindahan serta sifat yang khas atau khusus bagi ilmu pengetahuan dan dilestarikan keberadaannya*

Pengaturan kawasan rawa banjiran termasuk RBLL melalui PERDA tersebut sebenarnya telah cukup jelas bagi pengelolaan kawasan rawa banjiran yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Kawasan RBLL bahkan ditetapkan sebagai kawasan yang menurut PERDA tersebut termasuk kawasan yang dikelola oleh lembaga riset dan/atau ilmu pengetahuan untuk kepentingan riset dan ilmu pengetahuan. RBLL dikelola oleh Balai Penelitian Perairan Perikanan Umum (BP3U) Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia.

Pengelolaan RBLL oleh BP3U menerapkan manajemen kooperatif (*cooperative management*) dengan masyarakat, yang dalam hal ini ditunjuk salah satu warga sebagai mitra kerjasama BP3U. Prinsip *cooperative manajemen* dianggap sebagai pilihan sistem pengelolaan terbaik dalam pengelolaan RBLL (Koeshendrajana & Priyatna 2008). Sistem pengelolaan RBLL yang berlaku saat ini memberikan berbagai keuntungan, antara lain :

- a) Upaya perikanan tangkap relatif lebih terkelola. Hal ini disebabkan masyarakat yang ditunjuk sebagai mitra BP3U selain diberi kewenangan secara terbatas dengan berbagai peraturan tertentu terkait alat dan teknik penangkapan dan ukuran ikan tangkapan. Beberapa jenis alat tangkap yang dilarang antara lain penangkapan dengan menggunakan bahan kimia, bahan biologis, bahan peledak, aliran listrik atau setrum. Masyarakat tersebut juga dilarang menangkap ikan yang akan dan/atau sedang bertelur serta anakan ikan. Selain itu, masyarakat tersebut juga diwajibkan melaporkan secara tertulis produksi hasil tangkap per hari setiap tahun pada pihak BP3U.
- b) Laporan hasil tangkap tersebut, dijadikan dasar bagi pengetahuan terutama mengenai kondisi stok ikan maupun informasi biologi ikan bagi pengembangan penelitian. Laporan ini juga menjadi bahan pertimbangan dalam upaya strategis apabila terpantau adanya perubahan stok maupun ekobiologi ikan di RBLL.
- c) Penetapan suaka perikanan di kawasan RBLL merupakan upaya pengelolaan yang berfungsi melindungi ekosistem rawa banjiran.
- d) Pengawasan terhadap fungsi, manfaat dan kondisi ekosistem RBLL dapat lebih mudah dilakukan berdasarkan proses monitoring, evaluasi dan studi berkelanjutan di kawasan RBLL.

Meskipun upaya pengelolaan yang dilakukan telah diatur sedemikian rupa, namun berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh terdapat beberapa permasalahan yang dihadapi dalam pengelolaan RBLL, yaitu :

- a) Pengurangan luasan RBLL sebesar 74.3 ha (Gambar 8) sebagai akibat dari perluasan perkebunan kelapa sawit termasuk untuk saluran kanal pembuangan baik kanal mayor (utama) maupun kanal minor yang melintasi habitat leuk kumpai. Pengurangan habitat hutan rawang (sekitar 32%) dan

lebak kumpai (sekitar 1.5%) yang dikembangkan menjadi area perkebunan kelapa sawit (Gambar 3), menyebabkan berkurangnya fungsi kedua ekosistem tersebut terutama sebagai habitat pemijahan dan pengasuhan ikan. Ekspansi lahan perkebunan kelapa sawit yang lebih lanjut ini dapat mengganggu keseimbangan ekosistem RBLL.

- b) Perubahan periode genangan sebagai akibat adanya perubahan iklim yang menyebabkan sepanjang tahun tidak terjadi kondisi muka air yang benar-benar surut bahkan berdasarkan data mingguan menunjukkan ketinggian air yang tinggi ada musim surut.
- c) Penurunan kualitas air terutama pH dan DO yang relatif rendah dibandingkan dengan kualitas air tahun 1989-2000 hasil penelitian Utomo *et al.* (2008). Selain itu, diperoleh kandungan bahan organik sukar urai yang tinggi berdasarkan nilai tingginya nilai COD. Tingginya kandungan bahan organik ini, selain disebabkan karakteristik alami rawa banjir yang memiliki kandungan bahan organik tinggi, juga disebabkan adanya masukan dari limbah antropogenik baik itu dari perkebunan kelapa sawit maupun industri CPO serta dari daerah tangkapan air sepanjang sungai Lempuing sebelum RBLL terutama dari pemukiman, perkebunan dan pertanian.
- d) Perairan RBLL terindikasi mengandung herbisida paraquat dan glyfosat meskipun dalam konsentrasi rendah. Lebung Proyek merupakan lokasi yang terindikasi mengandung konsentrasi paraquat dan glyfosat yang lebih tinggi terutama pada saat musim surut. Hal ini diduga disebabkan area lebung Proyek pada musim surut menjadi area tertutup karena tidak terkoneksi dengan sungai utama, sedangkan pada musim banjir, posisi lebung Proyek sangat dekat dengan saluran perkebunan kelapa sawit sehingga memperoleh pengaruh terbesar dibandingkan stasiun lainnya.
- e) Status perairan RBLL berdasarkan indeks STORET yang berada dalam kondisi tercemar sedang sampai dengan berat. Sedangkan berdasarkan nilai WPI perairan RBLL tercemar sedang terutama pada saat setelah muka air tertinggi serta pada awal penggenangan. Berdasarkan hasil penelitian, status mutu air di stasiun Lebung Proyek cenderung paling tercemar dibandingkan stasiun lain (Gambar 20).
- f) Keberadaan saluran perkebunan kelapa sawit di sepanjang lebak kumpai menjadi habitat baru yang lebih dipilih ikan terutama ikan abu-abu dan ikan hitam yaitu tambakan dan ikan gabus, terutama pada saat terjadi surut mendadak. Hal ini terjadi karena kecil dan atau sedikitnya jumlah lebung yang tersedia sebagai area yang bisa dipilih ikan untuk segera mencari habitat berair pada saat surut. Di sisi lain, berdasarkan hasil penelitian, status mutu air di area ini tergolong tercemar berat.
- g) Perubahan fluktuasi muka air menyebabkan perubahan pola reproduksi ikan terutama dengan ditemukannya ikan dengan TKG IV pada musim banjir dan surut.

Di samping permasalahan yang terlihat dari hasil penelitian yang diperoleh, permasalahan lain yang dihadapi adalah :

- a) Penyalahgunaan sistem lelang lebak lebug yang menyebabkan eksploitasi yang berlebihan di RBLL maupun rawa banjiran disekitarnya, menyebabkan terjadinya penurunan jumlah maupun jenis ikan di RBLL
- b) Lemahnya koordinasi antar pihak terkait pengelolaan RBLL. Menurut Koeshendrajana dan Priatna (2008), sistem pengelolaan RBLL yng dipilih oleh BP3U adalah pengelolaan yang bersifat *adaptive cooperative-management*. Dalam sistem ini, semua pihak terkait secara aktif berkontribusi dan bekerjasama dalam pengelolaan perikanan yang berbasis “*common property resources regimes (CPRs)*”. Menurut Steelman dan Wallace (2001), sistem ini dari aspek biologi, seluruh pihak bertanggungjawab dalam menjaga keberlanjutan sumber daya dan habitatnya. Sedangkan dari aspek sosial terdapat pengaturan secara internal terhadap norma dan tingkah laku untuk menjamin keberlanjutan pengelolaan sumber daya. Sistem pengelolaan ini dianggap sebagai sistem yang tepat dalam pengelolaan RBLL. Pada kenyataannya, hampir tidak ada koordinasi yang baik antar berbagai pihak yang seharusnya bersama-sama bertanggungjawab terhadap keberlanjutan ekosistem RBLL.

Untuk mengatasi persoalan tersebut, maka terdapat beberapa konsep dan strategi pengelolaan RBLL, antara lain :

1) Kebijakan pemerintah dalam penataan kawasan

Kebijakan pemerintah dalam penataan kawasan ini meliputi penataan kawasan di dalam dan sekitar area RBLL untuk perikanan dan perkebunan serta penataan kawasan di daerah tangkapan air sungai Lempuing. Pemanfaatan kawasan rawa terutama rawa gabut untuk perkebunan kelapa sawit telah diatur dalam PERMENTAN No.14/PERMENTAN/PL.110/2/2009 (KEMENTAN 2009). Berdasarkan PERMENTAN tersebut, dijelaskan bahwa pengusahaan budidaya kelapa sawit dapat dilakukan di lahan gambut dengan memenuhi kriteria yang dapat menjamin kelestarian fungsi lahan gambut, yaitu : (a) *diusahakan hanya pada lahan masyarakat dan kawasan budidaya*, (b) *ketebalan lapisan gambut kurang dari 3 meter*, (c) *substratum tanah mineral di bawah gambut bukan pasir kuarsa dan bukan tanah sulfat masam*, (d) *tingkat kematangan gambut saprik (matang) atau hemik (setengah matang)*, dan (e) *tingkat kesuburan tanah gambut eutrofik*. Untuk itu, perlu dilakukan kajian teknis untuk membuktikan kelayakan area RBLL untuk perkebunan kelapa sawit. Di samping kajian teknis tersebut, juga harus diperhatikan Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, mensyaratkan dilakukan Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) yang sangat mendukung dan bertalian erat dengan Undang-Undang No.27 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Berdasarkan pasal 16 Undang-Undang No. 32 tahun 2009, KLHS mensyaratkan beberapa kajian yang harus dilakukan, meliputi : (a) kapasitas daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup untuk pembangunan; (b) perkiraan mengenai dampak dan risiko lingkungan hidup; (c) kinerja layanan/jasa ekosistem; (d) efisiensi pemanfaatan sumber daya alam; (e) tingkat kerentanan dan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim; dan (f) tingkat ketahanan dan potensi keanekaragaman hayati.

Berdasarkan peraturan perundang-undangan tersebut, maka terdapat kekuatan hukum untuk mempertahankan kawasan Lubuk Lampam sebagai

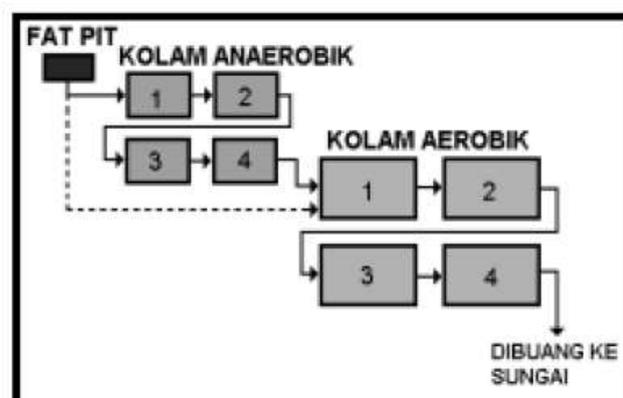
kawasan yang dilindungi terutama terkait dengan kelestarian ekosistem dan keanekaragaman hayati di dalam ekosistem tersebut.

Selain penataan kawasan di area RBLL dan sekitarnya, diperlukan juga upaya mengatur tata guna lahan di sepanjang daerah tangkapan air terutama sepanjang sungai Lempuing. Berdasarkan peta tata guna lahan, diperoleh gambaran pemanfaatan lahan di bagian hulu RBLL terutama untuk perkebunan. Komoditas perkebunan yang berkembang pesat adalah kelapa sawit dan karet. Kabupaten Ogan Komering Ilir sampai dengan tahun 2011 memiliki areal perkebunan kelapa sawit 137 992.97 ha, areal terluas ke-2 setelah Kabupaten Musi Banyuasin di provinsi Sumatera Selatan (Asmani 2014). Demikian juga untuk perkebunan karet, berdasarkan data tahun 2010, Kabupaten OKI juga memiliki areal perkebunan karet 18 487.53 ha, areal terluas ke-2 setelah Kabupaten Banyuasin (KEMENKEU 2012).

Perkembangan pemanfaatan lahan rawa untuk perkebunan kelapa sawit telah diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 14 tahun 2009 (KEMENTAN 2009), tentang pedoman pemanfaatan lahan gambut untuk budidaya kelapa sawit. Dalam Peraturan Menteri tersebut, dijelaskan mengenai persyaratan pembukaan lahan, penanaman, pemeliharaan dan konservasi, namun tidak ada pengaturan mengenai adanya habitat ikan terutama kawasan konservasi ikan yang dapat terkena dampak dari pemanfaatan lahan untuk ekspansi perkebunan kelapa sawit ini.

## 2) Pengelolaan limbah antropogenik

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan adanya limbah antropogenik dari perkebunan kelapa sawit dan industri CPO terutama herbisida glyfosat dan parakuat serta minyak dan lemak. Menurut Asmani (2014), CPO yang dihasilkan dari kelapa sawit di Sumatera Selatan mencapai sekitar 3.2 juta ton per tahun atau secara nasional berkontribusi sekitar 18.72%. Meskipun pada satu sisi, produksi CPO ini merupakan sumber devisa bagi negara Indonesia, namun tetap diperlukan suatu pengaturan sehingga perkembangan industri ini tidak memberikan dampak terjadinya degradasi lingkungan yang akan mengganggu kelestarian ekosistem perairan. Menurut Rahardjo (2009) perkebunan kelapa sawit yang ada di PTP Nusantara IV dan VIII di Bah Jambi dan Kabupaten Lebak memiliki sistem pengolahan limbah pabrik kelapa sawit yang digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 50.



(sumber: Rahardjo 2009)

Gambar 50 Diagram alir pengolahan limbah industri kelapa sawit

Limbah cair yang berasal dari unit *sludge separator* dan unit pencucian dialirkan ke dalam bak fit. Limbah dalam bak fit dipanaskan dengan menggunakan *steam* pada temperatur 85-95°C. Pada temperatur tersebut, minyak yang masih terkandung dalam air limbah akan mudah lepas. Proses kedua adalah anaerobik yang diakomodasikan dalam bak dengan kedalaman sekitar 4 meter dan berjumlah 4 buah dan dioperasikan secara berurutan. Kualitas air limbah yang keluar dari proses anaerobik ini adalah BOD sekitar 3 000 mgL<sup>-1</sup> dan pH 5-6. Proses terakhir dalam bak aerobik sejumlah 4 buah bak dengan kedalaman sekitar 1.5 m. Nilai BOD dari limbah yang keluar dari unit ini sekitar 200-230 mgL<sup>-1</sup> dengan pH sekitar 7.

Hasil pengolahan limbah ini menunjukkan kualitas air limbah yang dibuang ke sungai telah memenuhi baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri kelapa sawit (Tabel 17). Meskipun demikian, dalam proses pengolahan ini diperlukan kolam yang luas, yaitu dengan perbandingan untuk luas lahan perkebunan kelapa sawit paling sedikit 30 000 ha, dibutuhkan untuk pengolahan limbah cair sekitar 5 ha. Untuk itu, alternatif lain yang dapat dilakukan adalah *land application*, yaitu pemanfaatan limbah cair tersebut untuk pemupukan, sehingga dengan sendirinya jumlah limbah cair yang harus diolah juga akan berkurang serta dapat menurunkan biaya pengolahan limbah sekitar 50-60% (Rahardjo 2009).

Tabel 17 Hasil analisis laboratorium limbah cair pabrik kelapa sawit PT Kertajaya

Parameter	Satuan	Outlet anaerob <sup>*)</sup>	Outlet aerob <sup>*)</sup>	Baku mutu <sup>**)</sup>
Padatan terlarut total	mgL <sup>-1</sup>	1 000	350	
Padatan tersuspensi total	mgL <sup>-1</sup>	1 790	99	300
pH		4	5	6-9
BOD	mgL <sup>-1</sup>	829	72.64	250
COD	mgL <sup>-1</sup>	1 465.32	198.02	500
Amoniak bebas	mgL <sup>-1</sup>	1.831	0.458	20
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>			30

Sumber :

<sup>\*)</sup> Rahardjo 2009;

<sup>\*\*)</sup> KEPMENLH No. KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, Lampiran A.IV (baku mutu limbah cair untuk industri minyak sawit) (KLH 1995)

### 3) Perluasan dan atau penambahan kawasan konservasi sungai dan lebung

Keberadaan kanal perkebunan kelapa sawit menjadi habitat yang tersedia bagi ikan pada saat surut, maka perlu dilakukan perluasan dan atau penambahan kawasan suaka perikanan atau kawasan konservasi perairan sehingga ikan berada pada habitat dengan kondisi kualitas air yang lebih baik. Keberadaan kawasan konservasi perairan RBLL menunjukkan kepentingan ekologis di area ini. Istilah suaka perikanan didefinisikan sebagai *suatu badan air yang dilindungi habitatnya dan tidak boleh dilakukan kegiatan penangkapan ikan. Suaka perikanan dapat berfungsi sebagai tempat konservasi sumber daya perikanan, sumber plasma nutfah perikanan, secara alami merupakan sumber benih sehingga dapat meningkatkan produksi perikanan ke perairan sekitarnya, melindungi dan memulihkan populasi yang terancam kepunahan, ikan akan selalu tersedia dalam reservat dan berkembang biak menambah peremajaan stok ikan, dan secara alami reservat ke daerah perairan sekitarnya* (Hartoto et al. 1988).

Istilah suaka perikanan menurut penjelasan Undang-Undang no. 31 tahun 2004 tentang perikanan pasal 7, didefinisikan sebagai *kawasan perairan tertentu, baik air tawar, payau, maupun laut dengan kondisi dan ciri tertentu sebagai tempat berlindung/berkembang biak jenis sumber daya ikan tertentu, yang berfungsi sebagai daerah perlindungan*. Istilah suaka perikanan ini mengalami perubahan menjadi kawasan konservasi perairan berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia nomor 45 tahun 2009 yang merupakan perubahan Undang-Undang no. 31 tahun 2004. Berdasarkan penjelasan dari pasal 7 undang-undang tersebut mendefinisikan *kawasan konservasi perairan sebagai kawasan perairan yang dilindungi, dikelola dengan sistem zonasi, untuk mewujudkan pengelolaan sumber daya ikan dan lingkungannya secara berkelanjutan*. Upaya pengelolaan yang dimaksud, dalam pasal 1 ayat 7 didefinisikan sebagai *semua upaya, termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan alokasi sumber daya ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di bidang perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah atau otoritas lain yang diarahkan untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumber daya hayati perairan dan tujuan yang telah disepakati*.

Beberapa tipe suaka perikanan yaitu suaka produksi ikan (*reserve harvest*), suaka konservasi, dan beberapa suaka tradisional. Suaka produksi ikan tidak selalu tertutup sepanjang tahun, suaka ini lebih ditekankan untuk meningkatkan produksi ikan, sedangkan suaka konservasi lebih ditekankan pada perlindungan plasma-nutfah terutama yang sudah langka. Sedangkan suaka tradisional umumnya merupakan perlindungan ikan yang sederhana misalnya dilarang menangkap ikan di “Lebung”, membuat “rebo” (rumpon) untuk perlindungan ikan (Hoggarth *et al.* 2000).

Berdasarkan tipe habitatnya, kawasan konservasi perairan di rawa banjiran terdiri atas 2 tipe, yaitu tipe lebung dan tipe sungai (Utomo *et al.* 2001 dan Utomo 2002). Berdasarkan kriteria tersebut, kawasan konservasi yang sudah ada di RBLL yaitu tipe lebung (lebung Proyek dan Suak Buayo) serta tipe sungai (Kapak Hulu). Lebung Proyek dan Suak Buayo. Menurut Kartamihardja *et al.* (2010), Suak Buayo termasuk dalam kategori suaka produksi ikan. Gambaran kondisi ketiga kawasan konservasi tersebut dibandingkan dengan kriteria kawasan konservasi yang ideal sehingga dapat berfungsi sebagai sumber benih untuk meningkatkan produksi ikan (Tabel 18), menunjukkan bahwa tipe suaka lebung terutama lebung Proyek relatif kurang memenuhi kriteria kawasan konservasi yang ideal.

Selain kriteria yang disebutkan dalam Tabel 18, kriteria lainnya yaitu : a) kedalaman cukup, tidak mengalami kekeringan pada saat musim surut; b) tersedia pakan alami, antara lain : perifiton, serangga air, benthos, dan plankton sehingga ikan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik; c) sekitar kawasan harus banyak terdapat hutan rawa dan vegetasi air lainnya sebagai tempat mencari pakan (*feeding ground*), tempat asuhan anak ikan (*nursery ground*), tempat pemijahan (*spawning ground*); d) fluktuasi air yang besar ( 3-5 m), saat air besar musim penghujan ikan dapat menyebar ke segala penjuru perairan mengikuti gerakan air menuju hutan rawa untuk melakukan pemijahan. Sedangkan saat air surut musim kemarau ikan kembali ke suaka e) pengelolaan kawasan konservasi perairan harus ada partisipasi masyarakat setempat.

Luasan kawasan konservasi yang ada pada saat sekarang yaitu 4.72 ha (sekitar 0.39% dari luasan RBLL). Berdasarkan PERMENKP Kelautan dan Perikanan No. PER.30/MEN/2010 (KKP 2010) tersebut maka masih harus ada sekitar 1.61% atau sekitar 19.32 ha zona inti untuk kawasan konservasi. Untuk itu, perlu dilakukan perluasan dan/atau penambahan kawasan konservasi terutama untuk lebung dengan membuat lebung buatan. Hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan lebung baru adalah letaknya yang harus diusahakan jauh dari kanal perkebunan kelapa sawit, serta adanya saluran yang menghubungkan lebung dengan sungai utama sehingga tetap terhubung dengan sungai sepanjang tahun.

Tabel 18 Gambaran kondisi kawasan konservasi atau suaka perikanan di RBLL

Kriteria*)	tipe lebung		tipe sungai
	Lebung Proyek	Suak Buayo	Kapak Hulu
Luasan yang ideal : Berdasarkan PERMEN Kelautan dan Perikanan No. PER.30/MEN/2010 (KKP 2010) tentang rencana pengelolaan dan zonasi kawasan konservasi perairan Zona Inti harus dimiliki setiap kawasan konservasi perairan dengan luasan paling sedikit 2% (dua persen) dari luas kawasan.	Luas 0.12 ha	Luas 0.4 ha	Panjang 1.4 km, lebar 30 m, terdapat bagian tepi sungai yang lebih dalam (lubuk)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipe sungai, panjang minimal 1 km dan harus ada lubuk sungai dan goa.</li> </ul>			
Kawasan konservasi harus berhubungan dengan perairan lain, tidak tertutup, terdapat jalur ruaya berupa kanal sehingga benih ikan dapat menyebar ke perairan sekitarnya.	Pada saat musim surut, tidak berhubungan dengan sungai utama	Terkoneksi atau berhubungan dengan sungai sepanjang tahun	Terkoneksi sepanjang tahun dengan lebung Suak Buayo
Kualitas air harus baik atau tidak ada pencemaran	Status mutu air tercemar	Status mutu air tercemar	Status mutu air tercemar

\*) Sumber : Utomo *et al.* (2001), Utomo (2002), KKP (2010)

#### 4) Legalisasi kawasan konservasi

Pengurangan kawasan RBLL juga disebabkan karena tidak adanya kekuatan hukum bagi keberadaan konservasi di RBLL. Menurut Kartamihardja *et al.* (2010), di Kabupaten OKI hanya terdapat 11 kawasan konservasi yang secara legal diperkuat dengan Surat Keputusan (SK) Bupati maupun Gubernur Sumatera Selatan. Luasan kawasan konservasi di kabupaten OKI baru sekitar 0.09% dari luasan perairan rawa banjiran di Kabupaten OKI. Kawasan konservasi di sepanjang sungai Lempuing yang terlegalisasi hanya Suak Buayo berdasarkan Peraturan Bupati OKI no. 347 tahun 2007. Sedangkan kawasan konservasi Lebung Proyek

dan Kapak Hulu belum memperoleh legalisasi dari pemerintah daerah. Untuk itu, legalisasi ini diperlukan sebagai kekuatan hukum yang juga di dalamnya terdapat konsekuensi hukum bagi pelanggaran terhadap ketentuan kawasan konservasi, terutama untuk mencegah perluasan maupun pembuatan kanal buangan dari perkebunan kelapa sawit dan industri CPO ke kawasan konservasi ini. Hal ini disebabkan kawasan konservasi terutama kawasan ini merupakan kawasan mutlak habitat dan populasi ikan, kawasan untuk penelitian dan pendidikan.

#### 5) Perbaikan Habitat

Pengurangan luasan RBLL yang berdampak pada berkurangnya area pemijahan dan pengasuhan ikan menyebabkan perlunya dilakukan upaya perbaikan habitat antara lain penanaman vegetasi hutan rawa yang telah banyak berkurang, serta pengerukan untuk memperdalam lebug. Pembuatan saluran untuk konektivitas antara lebug (terutama lebug Proyek) dan sungai utama sehingga selalu terdapat pergantian air yang dapat mencegah terkonsentrasinya bahan organik maupun bahan pencemar lain di area lebug pada musim kering.

#### 6) Penataan kearifan lokal sistem lelang lebak lebug

Strategi pengelolaan lain yang perlu untuk dikaji adalah pelaksanaan sistem lelang lebak lebug terutama menyangkut upaya pengaturan tangkapan di RBLL. Secara umum, berdasarkan PERDA OKI No. 12 tahun 2010 yang dapat diunduh dari [palembang.bpk.go.id](http://palembang.bpk.go.id), menjelaskan pengaturan perikanan tangkap di lebak lebug meliputi :

- a. Jenis dan syarat-syarat teknis alat penangkapan ikan yang dapat digunakan di lebak, lebug dan sungai.
- b. Jenis alat penangkapan ikan yang dilarang digunakan di lebak lebug dan sungai, meliputi penangkapan dengan menggunakan bahan kimia, bahan biologis, bahan peledak, aliran listrik atau setrum, serta alat, cara dan/atau bangunan yang dapat merugikan dan/atau membahayakan kelestarian sumber daya ikan dan/atau lingkungannya pada areal lebak lebug dan sungai.
- c. Jenis dan ukuran ikan tertentu yang tidak boleh ditangkap, yang meliputi larangan penangkapan ikan yang akan dan/atau sedang bertelur serta larangan penangkapan anakan ikan
- d. Musim atau waktu tertentu pada areal tertentu yang dilarang untuk melakukan penangkapan ikan, antara lain melindungi daerah atau tempat-tempat pemijahan ikan

Penangkapan ikan menggunakan alat atau bahan yang dapat membahayakan kelestarian sumber daya perikanan seperti penggunaan bahan peledak, racun dan listrik sebenarnya telah dilarang berdasarkan PERDASS No. 6 Tahun 1978 dan SK Gubernur Sumatera Selatan No. 705/KPTS/II/82. Dilarang juga penangkapan jenis ikan langka termasuk di dalamnya Gabus (*Channa striata*) yang berukuran kurang dari 15 cm. Berdasarkan PERDA Kabupaten OKI No. 18 tahun 2010 pasal 24 dijelaskan bahwa *setiap orang dilarang melakukan penangkapan ikan dan atau pembudidayaan ikan dengan menggunakan bahan kimia, bahan biologis, bahan peledak, aliran listrik atau setrum atau alat dan atau cara, dan atau bangunan yang dapat merugikan dan atau membahayakan kelestarian sumber daya ikan dan atau lingkungannya di lebak lebug dan sungai.*

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pola distribusi dan reproduksi ikan (Bab 5), menunjukkan ketersediaan ikan yang sangat besar terutama ikan tambakan

dan ikan gabus di lokasi saluran kanal perkebunan kelapa sawit. Kedua jenis ikan ini bahkan ditemukan cukup banyak pada musim surut dengan kondisi siap memijah (TKG IV). Hal ini menyebabkan diperlukan suatu pengaturan pelarangan penangkapan ikan di area tersebut pada musim surut dengan fenomena kemarau basah. Hal ini dilakukan untuk memberikan kesempatan ikan tersebut untuk memijah.

Meskipun peraturan yang dibuat telah cukup jelas mengatur hal tersebut, namun kurangnya pengawasan menyebabkan eksploitasi rawa banjiran tetap berlangsung. Penguasaan lahan oleh pemenang lelang bahkan telah menimbulkan konflik di masyarakat. Menurut berita yang dilansir oleh Sriwijaya Post (2009) lelang lebak lebung ini hanya dikuasai pengemin (pemenang lelang), sedangkan masyarakat harus membayar dalam jumlah besar kalau ingin menangkap ikan. Kalaupun tidak mampu membayar, masyarakat diperbolehkan menangkap ikan namun ikan hasil tangkapannya harus dijual kepada pengemin dengan harga yang sangat murah yaitu berkisar 25 persen dari harga pasar. Menurut pengakuan masyarakat setempat, ada saja petani nelayan yang membayar untuk menangkap ikan tidak mendapatkan ikan yang cukup untuk mengembalikan modal dan akhirnya terhutang. Hal ini mendorong masyarakat untuk menolak pelaksanaan lelang lebak lebung dan meminta pengelolaannya dikembalikan ke masyarakat.

Untuk itu perlu dikembangkan pola pengelolaan bersama yang dapat diartikan sebagai tanggung jawab bersama antara pemerintah dan masyarakat untuk mengelola sumber daya perikanan. Dengan demikian akan mengurangi konflik sosial dan meningkatkan keakraban sosial dan masyarakat (Adrianto *et al.* 2011). Penerapan manajemen kooperatif dalam pengelolaan rawa banjiran berpeluang besar mengingat:

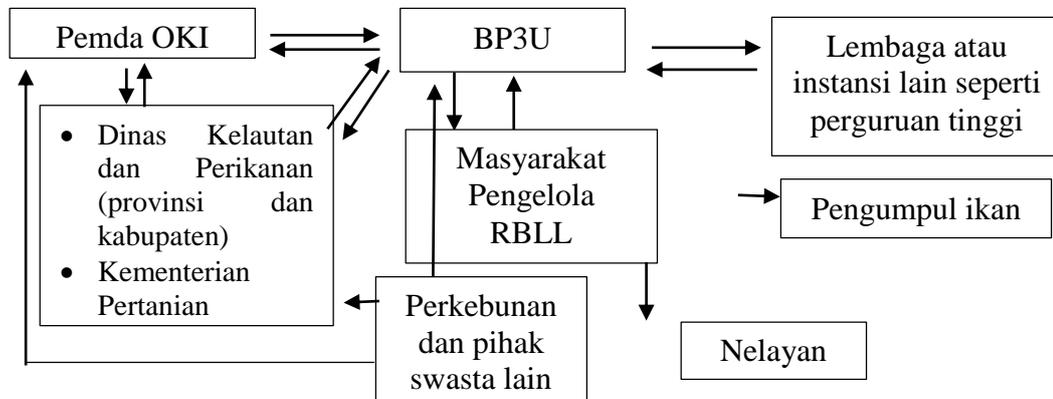
- a) Nelayan rawa banjiran pada umumnya sudah punya kelompok nelayan
- b) Batas wilayah penguasaan perairan berdasarkan hasil lelang lebak lebung jelas dan semua nelayan mengetahui batas batas tersebut
- c) Kelompok nelayan sangat memungkinkan untuk dijadikan mitra pengelolaan perairan lebak lebung, agar menyediakan kawasan konservasi pada setiap obyek lelang dengan zona inti seluas minimal 2% dari kawasan yang diperolehnya sesuai dengan PERMENKP No. PER.30/MEN/2010 (KKP 2010).

Dengan cara demikian maka perairan lebak lebung di Sumatera Selatan akan mempunyai banyak kawasan suaka perikanan yang menyebar di seluruh wilayah dan secara operasional akan dikelola oleh masyarakat setempat. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Adrianto *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa pengelolaan perikanan merupakan suatu proses yang adaptif, partisipatif dan berbasis pada modal sosial yang kuat di antara seluruh pemangku kepentingan yang juga merupakan ciri utama pengelolaan perikanan berbasis kelembagaan adat/lokal.

#### 7) Kelembagaan

Konsep pengelolaan RBLL yang ditetapkan oleh BP3U adalah konsep pengelolaan kooperatif dengan sistem koordinasi dalam pengelolaan RBLL disajikan pada Gambar 51. Persoalan yang dihadapi dalam pengelolaan RBLL adalah kurangnya koordinasi antar lembaga terkait, antara lain penetapan kawasan konservasi oleh BP3U kurang didukung oleh legalisasi dari pemerintah daerah terutama pemerintah Kabupaten. Dari 3 kawasan yang ada hanya 1 kawasan yang telah ditetapkan sebagai kawasan konservasi berdasarkan peraturan Bupati OKI

tahun 2007. Penetapan kawasan konservasi ini juga dikoordinasikan dengan seluruh masyarakat maupun pihak swasta terutama perkebunan maupun industri yang berkembang di sekitar area tersebut. Hal ini menjadi dasar dalam pelarangan ekspansi perkebunan maupun kegiatan eksploitasi lain di area ini.



Gambar 51 Struktur organisasi pengelolaan RBLL

Berdasarkan Gambar 51 tersebut, seharusnya dibuat suatu garis tugas, pokok dan fungsi masing-masing lembaga. Berdasarkan KEPMENKP (2010), lembaga pendidikan maupun penelitian dapat berperan terutama di kawasan konservasi perairan untuk melakukan *penelitian dasar (menggunakan metode observasi untuk pengumpulan data dasar)*, *terapan (menggunakan metode survei untuk tujuan monitoring kondisi biologi dan ekologi)*, maupun *pengembangan untuk tujuan rehabilitasi*. Selanjutnya, dijelaskan bahwa lembaga perguruan tinggi bersama dengan lembaga swadaya masyarakat, kelompok masyarakat adat dan atau dunia usaha, bersama dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan bertugas untuk menyusun dokumen rencana pengelolaan jangka panjang dan menengah. Kementerian Pertanian melalui Direktur Jenderal Perkebunan, gubernur dan bupati berkewajiban untuk melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap pelaku usaha perkebunan kelapa sawit di area rawa (KEMENTAN 2009). Di sisi lain, pelaku usaha perkebunan berkewajiban mematuhi pengaturan perkembangan perkebunan kelapa sawit di area rawa termasuk juga melengkapi perusahaan atau industri pengolahan kelapa sawit dengan instalasi pengolahan limbah

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola dinamika genangan air rawa banjiran Lubuk Lampam sangat dipengaruhi oleh curah hujan. Fenomena kemarau basah atau adanya hujan di musim kemarau sebagai dampak dari La Nina dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) negatif menyebabkan selama penelitian, habitat lebak kumpai tidak pernah benar-benar kering, bahkan pada musim surut terjadi kenaikan muka air.

Secara umum, karakteristik kualitas air masih menunjukkan sifat alami perairan rawa dan ditemukan adanya konsentrasi bahan antropogenik herbisida dari golongan paraquat dan glyfosat dengan risiko ekobiologis terhadap beberapa jenis ikan sebagian besar masih rendah. Berdasarkan metode WPI antar stasiun dan antar bulan pengamatan, diperoleh kesimpulan bahwa perairan RBLL berada dalam status tidak tercemar sampai tercemar sedang, sedangkan berdasarkan metode WPI antar stasiun dan antar musim, perairan RBLL berada dalam status tercemar ringan. Hasil analisis menggunakan indeks STORET, menunjukkan perairan RBLL berada dalam status tercemar sedang sampai berat. Kandungan minyak dan lemak yang tinggi menjadi parameter kunci yang menentukan tingkat pencemaran di RBLL berdasarkan kedua metode tersebut. Berdasarkan metode TSI dan TLI, perairan RBLL berada dalam tingkat kesuburan yang sangat tinggi (*hyper-eutrophic*). Konsentrasi yang tinggi dari unsur hara nitrogen dan fosfor menjadi faktor utama yang mempengaruhi sangat tingginya tingkat kesuburan tersebut.

Perubahan pola genangan air, status mutu air dan tingkat kesuburan perairan mempengaruhi pola distribusi dan reproduksi 3 jenis ikan khas rawa banjiran yaitu nilem, tambakan dan gabus. Berdasarkan frekuensi keterdapatan serta distribusi jumlah ikan pada masing-masing stasiun menunjukkan habitat utama ikan nilem baik stadia juvenil maupun dewasa yaitu segmen sungai serta lebung Suak Buayo, habitat utama ikan tambakan dewasa yaitu kanal perkebunan kelapa sawit dan lebung Proyek. Jumlah stadia juvenil ikan tambakan yang diperoleh pada penelitian ini sangat sedikit namun ditemukan di seluruh lokasi pengamatan kecuali di lebak kumpai 1 dan lebung Suak Buayo. Ikan gabus pada stadia juvenil paling banyak ditemukan di Kapak Hulu dan kanal perkebunan kelapa sawit. Habitat utama ikan gabus dewasa yaitu kanal perkebunan kelapa sawit, lebak kumpai dan lebung Proyek.

Ketiga jenis ikan merupakan ikan yang memijah sepanjang tahun. Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya ikan dengan TKG IV baik pada musim banjir maupun surut, namun puncak pemijahan cenderung terjadi pada musim banjir. Berdasarkan nilai TKG dan IKG masing-masing ikan terlihat bahwa puncak musim pemijahan ikan nilem terjadi pada Bulan Maret 2013, ikan tambakan pada Bulan Agustus dan November 2013, sedangkan ikan gabus pada Bulan Oktober 2013.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai dampak fluktuasi muka air dan bahan antropogenik terhadap kualitas air, distribusi dan reproduksi ikan di RBLL maka upaya pengelolaan yang dapat dilakukan antara lain : kebijakan pemerintah dalam penataan kawasan, pengelolaan limbah antropogenik, perluasan dan atau penambahan kawasan konservasi sungai dan lebung, legalisasi kawasan konservasi, perbaikan habitat, penataan kearifan lokal sistem lelang lebak lebung dan perbaikan koordinasi kelembagaan.

## SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kualitas air terhadap ikan khas rawa banjiran dari 3 kelompok ikan, yaitu ikan hitam, abu-abu dan putih sehingga diperoleh kumpulan data yang dapat digunakan sebagai rujukan atau masukan bagi pemerintah untuk menentukan nilai baku mutu perairan rawa banjiran. Penelitian lebih komprehensif juga perlu dilakukan terhadap toksisitas bahan-bahan pencemar terhadap ikan-ikan di rawa banjiran sehingga dapat dijadikan dasar dalam penentuan risiko ekobiologis bahan pencemar tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya fenomena kemarau basah disebabkan anomali iklim yang menyebabkan terjadinya perubahan fluktuasi muka air dan berdampak lebih lanjut terhadap kualitas air dan kondisi biologis ikan di rawa banjiran. Untuk itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai perubahan iklim yang terjadi dan dampaknya terhadap ekosistem rawa banjiran, sehingga dapat dibuat suatu model untuk menduga perubahan ekosistem rawa banjiran yang dapat dijadikan dasar dalam upaya pengelolaan rawa banjiran dalam menghadapi berbagai perubahan tersebut. Upaya domestikasi ketiga jenis ikan sudah dilakukan. Meskipun demikian, perlu dilakukan kajian untuk melakukan pembudidayaan ketiga jenis ikan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abujanra F, Agostinho AA, Hahn NS. 2009. Effects of the flood regime on the body condition of fish of different trophic guilds in the Upper Parana river floodplain, Brazil. *Braz J Biol.* 69 (2) : 469–479.
- Achakzai WM, Saddozai S, Baloch WA, Nemon N. 2013. Length-weight relationship and condition factor of *Oreochromis mossambicus* (Peters, 1852) from Manchar Lake Distt. Jamshoro, Sindh, Pakistan. *Sindh Univ. Res. Jour. (Sci. Ser).* 45(2): 201-206.
- Adak A, Pal A, Bandyopadhyay M. 2005. Spectrophotometric determination of anionic surfactants in wastewater using acridine orange. *Indian J Chem Techn.* 12: 145-148.
- Adams SR, Williams BS, Schroeder MD, Clark RL. 2007. *Abundance and Distribution of Fishes in Riparian Wetlands of The Arkansas river.* Arkansas (US) : Univ Central Arkansas. 108 hlm.
- Adrianto L, Al Amin MA, Solihin A, Hartoto DI. 2011. *Konstruksi Lokal Pengelolaan Sumber Daya Perikanan di Indonesia.* IPB Press, Bogor : 132 hal
- Affandi R, Tang UM. 2002. *Fisiologi Hewan Air.* Pekanbaru (ID): Unri Pr.
- Akinloye OA, Adamson I, Ademuyiwa O, Arowolo TA. 2011. Paraquat toxicity and its mode of action in some commonly consumed vegetables in Abeokuta, Nigeria. *Int J Plant Physiol Biochem.* 3(4):75-82.
- Akinsorotan AM, Zelibe SAA, Olele NF. 2013. Acute toxicity and behavioural changes on African Catfish (*Clarias gariepinus*) exposed to Dizensate (Glyphosate Herbicide). *IJESR.* 4(3) : 1-5
- Akinsorotan AM. 2014. Toxicity of dizensate (glyphosate herbicide) on *Clarias gariepinus* fingerlings. *Adv Res Biol Sci.* 2(1):1-5.
- Akombo PM, Akange ET, Adikwu IA, Araoye PA. 2014. Length-weight relationship, condition factor and feeding habits of *Synodontis schall* (Bloch and Schneider, 1801) in river Benue at Makurdi, Nigeria. *IJFAS.* 1(3): 42-48.
- Alade AO, Jameel AT, Muyubi SA, Karim MIA, Alam MZ. 2011. Removal of oil and grease as emerging pollutants of concern (EPC) in wastewater stream. *IJUM Engineering J.* Special issue on Biotechnology.12(4):161-169.
- Alcântara E, Novo EM, Stech J, Lorenzetti J, Barbosa C, Assireu A, Souza A. 2010. A contribution to understanding the turbidity behaviour in an Amazon floodplain. *Hydrol Earth Syst Sci.* 14:351-364.
- Alcântara E, Novo EM, Barbosa CF, Bonnet MP, Stech J, Ometto JP. 2011. Environmental factors associated with long-term changes in chlorophyll-a concentration in the Amazon floodplain. *Biogeosciences Discuss.* 8:3739-3770. doi:10.5194/bgd-8-3739-2011
- Amoros C, Bornette G. 2002. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater Biol.* 47:761-776.
- Anjos MB, De Olivera RR, Zuanon J. 2008. Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains. *Braz J Bio.* 68(1):45-50
- [APHA] American Public Health Association. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* Washington [US]:APHA, AWWA and WPCF. Ed ke-18.

- Arantes CC, Castello L, Cetra M, Schilling A. 2011. Environmental influences on the distribution of arapaima in Amazon floodplains. *Environ Biol Fish.* 11 hlm. doi:10.1007/s10641-011-9917-9.
- Arsyad MN. 1982. Peranan hukum adat dalam pengelolaan perikanan di perairan umum Sumatera Selatan. Di dalam : Prosiding Puslitbangkan ; Jakarta, Indonesia. Jakarta (ID) : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. hlm 11-16.
- Asmani N. 2014. Kelapa sawit komoditas unggulan Sumatera Selatan yang ramah lingkungan. Di dalam : *Seminar Pelantikan Pengurus Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI) Sumatera Selatan*; 2014 Jan 16; Palembang, Indonesia. Palembang (ID) : GAPKI. hlm 1-6.
- As-Syakur AR. 2011. Pola spasial hubungan curah hujan dengan ENSO dan IOD di Indonesia-observasi menggunakan data TRMM 3B43. *Bunga Rampai Penginderaan Jauh Indonesia.* 92-108.
- Asyari, Utomo AD, Nurdawati S. 2002. Inventarisasi dan biologi reproduksi beberapa jenis ikan pada berbagai tipe suaka perikanan di sungai Lempuing Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *JPPI.* 9:43-51.
- Asyari. 2006. Jenis dan pola ruaya ikan di perairan umum. Di dalam : Gaffar AK, Utomo AD, Ridho MR, Samuel, editor. *Kontribusi Perikanan Tangkap di perairan Umum Daratan dalam Pemenuhan Kebutuhan Protein Hewani untuk Ketahanan Pangan. Seminar Nasional Forum Perairan Umum Indonesia III*; 2006 Nov 27-28; Palembang, Indonesia. Palembang (ID): Departemen Kelautan dan Perikanan. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Pusat Riset Perikanan Tangkap. hlm 122 – 130.
- Banaee M, Davoodi MH, dan Zoheiri F. 2013. Histopathological changes induced by paraquat on some tissues of gourami fish (*Trichogaster trichopterus*). *OVJ.* 3(1): 36-42
- [BBC] British Broadcasting Corporation. 2010. La Nina penyebab cuaca ekstrim. [Internet]. [diunduh tanggal 2015 April 24]. Tersedia pada : [http://www.bbc.co.uk/indonesia/berita\\_indonesia/2010/10/101010\\_laninastory.shtml?print=1](http://www.bbc.co.uk/indonesia/berita_indonesia/2010/10/101010_laninastory.shtml?print=1)
- Bloxom JM. 2009. Fueling the appetite for water : The palm oil biofuel industry in SanPedro sula, Honduras. [Thesis]. Arizona (US): The University of Arizona.
- Borcherding J, Staas S. 2007. Local riverine fish communities as promoters for habitat restoration in the floodplain area of the lower Rhine. Di dalam *Proceeding of the American Society Symposium* [Internet]. [waktu dan tempat tidak diketahui]. hlm 587-595; [diunduh tanggal 2014 Sept 14]. Tersedia pada : [officers.fisheries.org/proofs/wfc/borcherding.pdf](http://officers.fisheries.org/proofs/wfc/borcherding.pdf).
- Bowmer KH, Korth W, Scott A, McCorkell G, Thomas M. 1998. Pesticide monitoring in the irrigation areas of South-Western NSW 1990-1995. [technical report]. *CSIRO Land and Water.* 17(78):1-156.
- Brath A, Castellatin A, Franchini M, Galeati G. 2001. Estimating the index flood using indirect methods. *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hysrologiques.* 46(3): 399-418
- Buchar T, Handayani T, Najamuddin A. 2007. Ichthio-fauna danau Batu, Kalimantan Tengah. *J Trop Fisheries.* 2 (2):188-200.

- Burgess OT, Pine III WE, Walsh SJ. 2012. Importance of floodplain connectivity to fish populations in the Apalachicola river, Florida. *River Res Applic.* 1-6. doi : 10.1002/rra.2567
- Burns N, Bryer G, Bowman E. 2000. Protocols for monitoring trophic levels of New Zealand lakes and reservoir. New Zealand (NZ). Ministry for the environment, Wellington, New Zealand.
- Burns N, McIntosh J, Scholes P. 2005. Strategies for managing the lakes of the Rotorua District, New Zealand. *Lake Reserv Manage.* 21(1):61-72
- Canter LW. 1977. *Environmental Impact Assesment.* New York (US): McGraw-Hill. hlm 86-118
- Carey CC, Rydin E. 2011. Lake trophic status can be determined by the depth distribution of sediment phosphorus. *Limnol Oceanogr.* 56(6):2051–2063. doi:10.4319/lo.2011.56.6.2051.
- Carlson RE. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnol Oceanogr.* 22(2):361-369.
- Castellano S. 2013. A trophic state analysis of Selected Water Bodies in Grand Teton National Park. [project report]. Departement of Civil and Environmental Engineering, Brigham Young University.
- Chakraborty P, Acharyya T, Babu PVR, Bandhyopadhyay D. 2011. Impact of salinity and pH on phytoplankton community in a tropical freshwater system : An investigation with pigment analysis by HPLC. *J Environ Monit.* 13(3) : 614-620
- Chapman LJ, Chapman CA. 1993. Fish populations in tropical floodplain pools : a re-evaluation of Holden's dara on the River Sokoto. *Ecol Freshw Fish.* 2:23-30
- Chaurasia S, Dwivedi R, Karan R. 2013. Water quality and trophic status of the River Sai at Raibareli, Uttar Pradesh, India. *Int J Curr Sci.* 9: E15-18.
- Chaves FIB, Lima PF, Leitão RC, Paulino WD, Santaella ST. 2013. Influence of rainfall on the trophic status of a Brazilian semiarid reservoir. *Acta Sci Biol Sci.* 35(4):505-511. doi: 10.4025/actascibiols.v35i4.18261.
- Chen J, Liu Q, Qian H. 2012. Application of improved Nemerow index method based on entropy weight for groundwater quality evaluation. *Int J Environ Sci.* 2(3):1284-1290. doi:10.6088/ijes.00202030015.
- Coupe RH, Kalkhoff SJ, Capel PD, Gregorie C. 2011. Fate and transport of glyphosate and aminomethylphosphonic acid in surface waters of agricultural basins. *Pest Manag Sci.* 1-15. doi:10.1002/ps.2212.
- Currie JC, Lengaigne M, Vialard J, Kaplan DM, Aumont O, Naqvi SWA, Maury O. 2013. Indian Ocean Dipole and El-Nino/Southern oscillation impacts on regional chlorophyll anomalies in the Indian Ocean. *Biogeosciences.* 10:6677-6698. doi:10.5194/bg-10-6677-2013.
- Davis A, Lewis S, Bainbridge Z, Brodie J, Shannon E. 2008. Pesticide residues in waterways of the lower Burdekin region : challenges in ecotoxicological interpretation of monitoring data. *Aust J Ecotoxicol.* 14:89-108.
- Debby AJS, Adiwilaga EM, Dahuri R, Muchsin I, Effendi H. 2009. Sebaran spasial luasan area tercemar dan analisis beban pencemaran bahan organik pada perairan Teluk Ambon Dalam. *Torani.* 19(2):96-106.

- de Graaf GJ. 2003. Dynamics of floodplain fisheries in Bangladesh, results of 8 years fisheries monitoring in the compartmentalization pilot project. *Fisheries Management and Ecology*. 10 : 191-199
- de Jonge J, Brilsb JM, Hendriks AJ, Ma WC, 1999. Ecological and ecotoxicological surveys of moderately contaminated floodplain ecosystems in The Netherland. *Aquat Ecosys Health and Manage*. 2:9-18
- de Lange HJ, Lahr J, Van Der Pol JJC, Wessels Y, Faber JH. 2009. Ecological vulnerability in wildlife : an expert judgment and multicriteria analysis tool using ecological traits to asses relative impact of pollutants. *Environ Toxicol Chem*. 28 (10) : 2233-2240.
- Dembkowski DJ. 2011. Fish biodiversity in floodplain lakes of the Mississippi aluvial valey [Thesis]. United States (US) : Faculty of Mississippi State University.
- Dodds WK. 2007. Trophic state, eutrophication and nutrient criteria in streams. *Trends Ecol Evol*. 22(12):669-676. doi:10.1016/j.tree.2007.07.010.
- Dodds, W.K. 2014. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. *Limol. Oceanogr*. 51(1.2): 671-680.
- Effendie MI. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Bogor (ID): Yayasan Dewi Sri Bogor.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta (ID) : Yayasan Nusatama.
- Elmaci A, Ozengin N, Teksoy A, Topac FO, Baskaya HS. 2009. Evaluation of trophic state of lake Uluabat, Turkey. *JEB*. 30(5): 757-760
- Eisler R. 1990. Paraquat hazards to fish, wildlife, and invertebrates : a synoptic review. *Biological Report*. 85(1.22):38 hlm.
- Ezekiel EN, Abowei, JFN. 2013. Length-weight relationship and condition factor of *Heterotis niloticus* from Amassoma flood plain, Niger Delta, Nigeria. *App Sci Report*. 4(1): 164-172.
- Fatah K, Gaffar AK. 2008. *Fishing gears and yield at Lubuk Lampam floodplain, South Sumatera*. Di dalam : Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*. Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 81-92.
- Firdaus R, Nakagoshi N. 2013. Assesment of the relationship between land use, land cover and water quality of the tropical watersheed : a case of Batang Merau watersheed, Indonesia. *J Bio&Env Sci*.3(11):21-30.
- Freitas CEC, Garces RCS. 2004. Fish communities of natural channels between floodplain lakes and Solimões-Amazonas river (Amazon-Brazil). *Acta Limnol Bras*. 16(3):273-280.
- Fuller LM, Jodoin RS, Minnerick RJ. 2011. [Scientific Investigation Report]. *U.S. Geological Survey 2011-5007*.
- Gaffar AK, Fatah K. 2006. Hubungan panjang-berat dan faktor kondisi beberapa jenis ikan di perairan rawa banjiran Sungai Musi. Di dalam : Gaffar AK, Utomo AD, Ridho MR, Samuel, editor. *Kontribusi Perikanan Tangkap di Perairan Umum Daratan dalam Pemenuhan Kebutuhan Protein Hewani untuk Ketahanan Pangan. Seminar Nasional Forum Perairan Umum Indonesia III*; 2006 November 27-28; Palembang, Indonesia. Palembang (ID) : Departemen Kelautan dan Perikanan, Badan Riset Kelautan dan

- Perikanan, Pusat Riset Perikanan Tangkap. Hlm 29-33.
- Galavoti RC, Vasconcellos AF, Ohnuma Jr AA, de Andrade JPM, de Almeida Neto P, Bottino F, Mendiondo EM. 2010. Sustainable handling of the river basin/river/floodplain system for the conservation of water resources in urban areas. *Novatech*. Session 3.9. hlm 1-10.
- Galvez-Cloutier R, Sanchez M. 2007. Trophic status evaluation for 154 Lakes in Quebec, Canada: monitoring and recommendations. *Water Qual Res J Canada*. 42(4): 252-268.
- Gerami MH, Abdollahi D, Patimar R. 2013. Length-weight, length-length relationship and condition factor of *Garra rufa* in Cholvar River of Iran. *WJFMS*. 5(4):358-361.doi: 10.5829/idosi.wjfms.2013.05.04.7371.
- Ghoochani M, Shekoohiyan S, Mahvi AH, Haibati B, Norouzi M. 2011. Determination of detergent in Teheran ground and surface water. *American-Eurasian Agric & Enviro Sci*. 10 (3) 464-469.
- Graham R, Harris JH. 2005. Floodplain inundation and fish dynamics in the Murray-Darling Basin. Current concepts and future research : a scoping study. *CRC for Freshwater Ecology*. 56 hlm.
- Gyawali S, Techato K, Yuangyai C, Monprapusson S. 2012. Evaluation of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of U-tapao river basin, Thailand. *KMITL Sci Tech J*. 12 (1): 7-20.
- Hamilton D, Parparov A. 2010. Comparative assessment of water quality with the Trophic Level Index and the Delphi Method in Lakes Rotoiti and Rotorua, New Zealand. *Water Qual Res J Can*. 45(4): 479-489.
- Hartoto DI, Sarnita A, Syafei DS, Syawal A, Sulastri, Kamal MM, Sidik Y. 1988. *Kriteria Evaluasi Suaka Perikanan Perairan Daratan*. Bogor (ID) : Puslitbang Limnologi-LIPI.
- Haroon AKY, Razzaque A, Amin SMN, Mazid MA. 2003. Dynamics of the population and stocks of the Gangetic major carps from the Mymensingh floodplain, Bangladesh. *Asian Fisheries Science*. 16 : 339 – 347.
- Hoggarth DD, Utomo AD. 1994. The fisheries ecology of the Lubuk Lampam river floodplain in South Sumatera, Indonesia. *Fisheries Research*. 20:191-213.
- Hoggarth DD, Sukadi MF, Sarnita A, Koeshendrajana S, Ondara, Samuel. 2000. *Panduan pengelolaan bersama suaka produksi ikan di perairan sungai dan rawa banjiran*. Jakarta (ID) : Puslitbang Perikanan.
- Hua CH, Ming HW, Asit M, Yan L. 2008. Trophic state, natural organic matter content, and disinfection by-product formation potential of six drinking water reservoirs in the Pearl River Delta, China. *J Hydrol*. 359:164-173.doi:10.1016/j.jhydrol.2008.06.024.
- Hughes PE. 1993. Hydrology, water quality, trophic status, and aquatic plants of Fowler Lake, Wisconsin [water-resources investigation report]. *U.S. Geological Survey*. 47 hlm.
- Huibin Y, Beidou X, Jinyuan J. Heaphy MJ, Hailong W, Dinglong L. 2011. Environmental heterogeneity analysis, assessment of trophic state and source identification in Chaohu Lake, China. China, *Environ Sci Pollut Res*. 18:1333-1342. doi: 10.1007/s11356-011-0490-8.
- Humphries P, King AJ, Koehn JD. 1999. Fish, flows and flood plains : link between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. *Environ Biol Fish*. 56:129-151.

- Husnah. 2008. Potential Threat to the Floodplain Ecosystem of Lempuing River, South Sumatera. Di dalam: Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*. Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 149-155
- [ICEM] International Center for Environmental Management. 2014. USAID Mekong ARCC climate change impact and adaptation on fisheries [laporan penelitian]. ICEM. *The United States Agency for International Development by ICEM - International Center for Environmental Management*. 159 hlm.
- Ickes BS, Vallazza J, Kalas J, Knights B. 2005. *River floodplain connectivity and lateral fish passage : A literatur review*. U.S. Geological Survey, Upper Midwest Environmental Sciences, La Crosse, Wisconsin.
- Ikongbeh OA, Ogbe FG, Solomon, G. 2012. Length-weight relationship and condition factor of *Bagrus docmac* from Lake Akata, Benue state, Nigeria. *JAPS*.15(3): 2267-2274. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- Irawan B. 2006. Fenomena anomali iklim El Nino dan La Nina : kecenderungan jangka panjang dan pengaruhnya terhadap produksi pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*. 24(1) : 28-45
- Janáč M, Ondračková M, Jurajda P, Valová Z, Reichard M. 2010. Flood duration determines the reproduction success of fish in artificial oxbows in a floodplain of a potamal river. *EFF*. 19:644-655. doi:10.1111/j/1600-
- Junk WJ. 1996. *Perspectives in Tropical Limnology*. Schiemer F, Boland KT, editor. Amsterdam (NL) : SPB Academic.
- Junk WJ. 2006. *Ecology of floodplain – a challenge for tropical limnology*. Schiemer F, Bolands KT, editor. Amsterdam (NL) : RSPB Academic. hlm 255-265.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Di dalam Dodge DP, editor. *Proceeding of the International Large River Symposium*. *Can Spec Pul Fish Aquat Sci*. hlm110-127.
- Junk WJ, Bayley PB. 2007. The scope of the flood pulse concept regarding riverine fish and fisheries, given geographic and man-made differences between systems. Di dalam *Proceeding of the American Society Symposium* [Internet]. [waktu dan tempat tidak diketahui]. hlm 587-603; [diunduh tanggal 2014 Feb 27]. Tersedia pada [fisheriessociety.org/proofs/wfc/junk.pdf](http://fisheriessociety.org/proofs/wfc/junk.pdf).
- Karimi F, Faramarz M, Arvin F, Ahmad S, Hooshang P. 2012a. ERA : suitable method for estimation of ecological effects of pesticide contamination on aquatic species. *J Persian Gulf*. 3(8):67–73.
- Karimi F, Mattae F, Farshchi P. 2012b. Ecological risk assesment of agricultural pesticides throughout the Shadegan wetland, Iran. *J Agricultural Sci*. 4(5) : 109–116.doi:10.5539/jas.v4n5p109
- Karras G, Barelos DC, Karra A, Patakioutasi G, Gigas G, Albanis T. 2007. Occurrence of pesticide persistent in Amvrakikos gulf-N.W. Di dalam Lekkas TD, editor. *The 10th International Conference on Environmental Science and Technology*; 2007 Sept 5-7; Kos Island, Yunani. Kos Island (YN): Univ Aegean, Global Nest. hlm 640-647. 33 hlm.
- Kartamihardja ES, Nurhakim S, Umar C. 2010. Pengembangan indikator ekologis dan analisis efektivitas kawasan konservasi sumber daya ikan di perairan

Sungai Musi dan rawa banjirannya. [laporan penelitian]. *Dewan Riset Nasional Kementerian Negara Riset dan Teknologi kerjasama dengan Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan*. Jakarta.

- [KEMENKEU] Kementerian Keuangan Republik Indonesia. 2012. *Tinjauan Ekonomi dan Keuangan Daerah Provinsi Sumatera Selatan*. Jakarta (ID) : Kementerian Keuangan Republik Indonesia.
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian. 2009. Peraturan Menteri Pertanian tentang Pedoman Pemanfaatan lahan gambut untuk budidaya kelapa sawit Nomor : 14/Permentan/PL.110/2/2009. Jakarta (ID) : Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2010. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan tentang Rencana Pengelolaan dan Zonasi Kawasan Konservasi Perairan No. PER.30/MEN/2010. Jakarta (ID) : Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Tersedia pada [www.bphn.go.id/data/documents/10pm030.pdf](http://www.bphn.go.id/data/documents/10pm030.pdf)
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 1995. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Jakarta (ID) : KLH dapat diunduh dari [www.kelair.bppt.go.id/.../BukuLimbahCairIndustri/11](http://www.kelair.bppt.go.id/.../BukuLimbahCairIndustri/11)
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Jakarta (ID) : KLH.
- Koeshendrajana S, Priatna FN. 2008. Future potential management of Lubuk Lampam floodplain fisheries : an adaptive co-management. Di dalam: Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*. Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 139-148.
- Kumar RT, Sampson A, Dorathy E, Wokoma I, Ablorh MA. 2013. Study on environmental impact on oil and gas activities in Ghana - Analysis by graphical approaches using Matlab. *Int J Engineering Trends Technol*. 4(3): 344-348.
- Kurnia AT, Moekasam, Ardiwinata AN. 2008. Resistensi *Plutella xylostella* (L.) terhadap beberapa jenis insektisida. Di dalam : *Prosiding Seminar Nasional dan Dialog Sumber Daya Lahan Pertanian, Buku IV Teknologi Pengelolaan Lahan Rawa*; 2008 November 18-20; Bogor, Indonesia. Bogor (ID) : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. hlm 21-26
- Ladipo MK, Doherty VF. 2011. Acute toxicity, behavioural changes and histopathological effect of Paraquat Dichloride on tissues of catfish (*Clarias gariepinus*). *Int J Biol*. 3(2):67-74. doi:10.5539/ijb.v3n2p67.
- Lair GJ, Zehetner F, Fiebig M, Gerzabek MH, Van Gestel CAM, Hein T, Hohensinner S, Hsu P, Jones KC, Jordan G, Koelmans AA, Poot A, Slijkerman DME, Totsche KU, Bondar-Kunze E, Barth JAC. 2009. How do long-term development and periodical changes of river–floodplain systems

- affect the fate of contaminants? Results from European rivers. *Environ Pollut.* 157:3336-3346. doi:10.1016/j.envpol.2009.06.004.
- Lasne E, Lek S, Laffaille P. 2007. Patterns in fish assemblages in the Loire floodplain : the role of hydrological connectivity and implications for conservation. *J Biocon.* 1-11.doi:10.1016/j.biocon.2007.0702.
- Lasne E, Acou A, Vila-Gispert A, Laffaille P. 2008. European eel distribution and body condition in a river floodplain : effect of longitudinal and lateral connectivity. *EFF.* 1-10.doi:10.1111/j.1600-0633.2008.00307.x.
- Layman CA, Winemiller KO. 2005. Patterns of habitat segregation among large fishes in Venezuelan floodplain river. *Neotrop Ichthyol.* 3(1):111-117.
- Liong TH, Bannu, Siregar PM. 2003. Peranan pengelompokan samar dalam prediksi kekeringan di Indonesia berkaitan dengan ENSO dan IOB. *J Matematika dan Sains.* 8(2):57-61.
- Ma J. 2000. Environmental management for oil palm industry. *Palm Oil Dev.* 30 : 1-10.
- Ma J, Li X, Li Y, Nu D. 2014. Toxic effects of Paraquat on cytokine expression in Common Carp, *Cyprinus carpio* L. *Biochem Mol Toxicol.* 1-9.
- Madaki YS, Lau S. 2013. Palm oil mill effluent (POME) from Malaysia palm oil mills : waste or resource. *Int J Sci Environment.* 2(6): 1138-1155.
- Mahajoeno E, Lay BW, Sutjahjo SH, Siswanto. 2008. Potensi limbah cair pabrik minyak kelapa sawit untuk produksi biogas. *Biodiversitas.* 9 (1) : 48-52.
- Makmur S. 2008. *Pattern of change of ichthyofauna in Lubuk Lampam floodplain South Sumatera.* Di dalam : Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera.* Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 55-61.
- Makmur S, Rahardjo MF, Sukimin S. 2003. Biologi reproduksi ikan gabus (*Channa striata* Bloch) di daerah banjir sungai Musi Sumatera Selatan. *JII.* 3(2):57-62.
- Manral U, Raha A, Solanki R, Hussain AA, Mohan D, Talukdar G, Veeraswami GG. 2012. Hydrological characteristics and flood plain vegetation of human impacted wetlands: A case study from Okhla Bird Sanctuary, National Capital Region, India. *AJCB.* 1(2):110-119.
- Matahelumual BC. 2007. Penentuan status mutu air dengan sistem STORET di Kecamatan Bantar Gebang. *J Geologi Indonesia.* 2(2):113-118.
- McFeeters SK. 1996. The normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. *Int J Remote Sensing.* 17(7):1425-1432.
- Medeiros ESF. 2004. Trophic ecology and energy sources of fish on the floodplain of a regulated dryland river : Macintyre river, Australia. [Thesis]. Brisbane (AU). : Griffith University.
- Meredith A, Wilks T. 2007. Canterbury high country lakes water quality monitoring programme : results of the third year monitoring 2007. [laporan teknis]. Timaru, Selandia Baru. *Timaru (NZ): Environment Canterbury.* Hlm 1-39.
- Mesner N, Geiger J. 2010. *Nitrogen.* Utah (US) : Utah University. 4 hlm.
- Molisani MM, de Sousa Barosso H, Becker H, Moreira MOP, Hijo CAG, de Monte TM, Vasconcellos GH. 2010. Trophic state, phytoplankton assemblages and

- limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil. *Acta Limnol Bras.* 22(1):1-12.doi: 10.4322/actalb.02201001.
- Mondal DK, Kaviraj A. 2010. Feeding and reproductive biology of Indian Shad *Gudusia chapra* in two floodplain lakes of India. *E J Biol.* 6(4): 98-102.
- Mondal DK, Kaviraj A, Saha S. 2010. Water quality parameters and fish biodiversity indices as measures of ecological degradation : a case study in two floodplain lakes of India. *JWARP.* 2:85-92.doi:10.4236/jwarp.2010.21010.
- Montchowui E, Kogbeto M, Laleye P. 2009. Weight-length relationships for commercial fish species caught in Lake Hlan in Benin (West Africa). *Int J Biol Chem Sci.* 3(3):612-616.
- Moutopoulos DK, Koukou K, Vavarouta V, Ramfos A, Katselis G. 2011. Investigation of length-weight relationships for 10 commercial fish species as a possible trophic state index of Coastal Lagoons. *Acta Adriat.* 52(2):261–268.
- Muflikhah N, SN Aida, A Said. 2008. Community structure of plankton at different habitat of Lubuk Lampam floodplain, South Sumatera. Di dalam : Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera.* Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 40–48.
- Murthy GP, Shivalingaiah BC, Leelaja SP, Hosmani. 2007. Trophic state index in conservation of lake ecosystems. Di dalam: Sengupta M, Dalwani R. *The 12th World lake Conference.* [waktu dan tempat pertemuan tidak diketahui]. hlm 840-843. [diunduh 2014 Juli 1]. Tersedia pada [www.moef.nic.in/...%20Eutrophication%20and%20](http://www.moef.nic.in/...%20Eutrophication%20and%20)
- Muthmainnah D. 2013. Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793) yang dibesarkan di rawa lebak, Provinsi Sumatera Selatan. *Depik.* 2(3):184-190.
- Nachiyunde K, Ikeda H, Tanaka K, Kozaki. 2013. Evaluation of portable water in five provinces of Zambia using a water pollution index. *AJEST.* 7(1):14-29. doi:10.5897/AJEST12.157.
- Nasution Z, Utomo AD, Prasetyo D. 1992. Lelang lebak lebung di Sumatera Selatan sebagai salah satu cara pengelolaan SDP perairan umum. Di dalam : *Prosiding TKI Perikanan Perairan Umum*; 1992 Feb 12-13; Jakarta, Indonesia. Jakarta (ID) : Puslitbang Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. 16 hal.
- Nasution, Z. 2008. Perkembangan ekonomi masyarakat nelayan perairan umum lebak lebung. *Jurnal Transdisiplin Sosiologi, komunikasi dan Ekologi Manusia.* 02 (02) : 249 – 264.
- Nawrocka J, Kobos J. 2011. The trophic state of the Vistula Lagoon : an assessment based on selected biotic and abiotic parameters according to the water framework directive. *Oceanologia.* 53(3):881-894. doi:10.5697/oc.53-3.881
- Nemerow NL, Sumitomo H. 1970. Benefit of water quality enhancement. Waterian Pollution Control Research Report DAJ [laporan penelitian]. New York (US) : *U.S Environmental Protection Agency, Water Quality Office.*
- Noe GB, Hupp CR. 2007. Seasonal variation in nutrient retention during inundation of a short-hydroperiod floodplain. *River Res and Applic.* 23:1088-1101. doi: 10.1002/rra.1035

- Nurdawati S, Prasetyo D. 2005. Fauna ikan ekosistem hutan rawa di Sumatera Selatan. *JII*. 7(1) :1-8.
- Nwani CD, Nagpure NS, Kumar R, Kushwaha B, Kumar P, Lakra WS. 2010. Lethal concentration and toxicity stress of Carbosulfan, Glyphosate and Atrazine to freshwater air breathing fish *Channa punctatus* (Bloch). *Int Aquat Res*. 2:105-111.
- Oliver DP, Anderson JS, Davis A, Lewis S, Brodie J, Kookana R. 2014. Banded applications are highly effective in minimizing herbicide migration from furrow-irrigated sugar cane. *Sci Total Environ*. 466-467: 841–848.doi:org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.117.
- [ORC] Otago Regional Council. 2005. *Lake Waipori and Lake Waiholo : Trophic Level Status*. Lake Waipori & Lake Waiholo Trophic Level Status Report .53 hlm.
- Palma G, Sa'nchez A, Olave Y, Encina F, Palma R, Barra R. 2004. Pesticide levels in surface waters in an agricultural-forestry basin in Southern Chile. *Chemosphere*. 57:763–770.
- Peacock C. 2003. Rivers, Floodplains and Wetlands : Connectivity and Dynamics. *The Water Framework Directive (WFD)*. 64 hlm.
- Penggunaan pestisida di perkebunan kelapa sawit. 2005. *Bull DTO*. 66 hlm.
- [PEMDA OKI] Pemerintah Daerah Kabupaten Ogan Komering Ilir. 2010. Peraturan Daerah Kabupaten Ogan Komering Ilir tentang Pengelolaan Lebak, lebung dan Sungai No. 18 tahun 2010. Kayu Agung (ID): Kabupaten Ogan Komering Ilir. Tersedia pada : palembang.bpk.go.id
- [PEMDA SUMSEL] Pemerintah Daerah Propinsi Sumatera Selatan. 2005. Peraturan Gubernur Provinsi Sumatera Selatan tentang Peruntukan air dan baku mutu air sungai Nomor 16 tahun 2005. Palembang (ID) : Pemerintah Daerah Sumatera Selatan.
- Planque B, Loots C, Petitgas P, Lindstrom U, Vaz S. 2011. Understanding what controls the spatial distribution of fish populations using a multi-model approach. *Fish Oceanogr*. 20(1):1-17.doi:10.1111/j.1365-2419.2010.00546.x.
- Poulsen AF, Hortle KG, Valbo-Jorgensen J, Chan S, Chhuon CK, Viravong S, Boukhamvongsa K, Suntornratana U, Yoorong N, Nguyen TT, Tran BQ. 2004. Distribution and ecology of some important riverine fish species of the Mekong river basin. [laporan teknis no.10]. *Mekong River Commission*. 116 hlm.
- [PP RI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Indonesia No. 82/2001 tentang Pedoman Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Perairan. Jakarta (ID) : KLH.
- Prasad AGD, Siddaraju. 2012. Carlson's trophic state index for the assessment of trophic status of two Lakes in Mandya district. *Adv Appl Sci Res*. 3(5):2992-2996.
- Prawito P. 2009. Dampak penyusutan gambut terhadap perubahan taxon tanah di perkebunan kelapa sawit, Bengkulu. *J Akta Agrosia*. 12 (1) : 28–34.
- Prianto R, Husnah, Nurdawaty S, Asyari. 2006. Kebiasaan makan ikan biawan (*Helostoma teminckii*) di Danau Sababila DAS Barito Kalimantan Tengah. *J Protein*. 14(2):161-166

- Prianto E. 2014. Pengaruh fluktuasi tinggi muka air terhadap struktur komunitas fitoplankton di perairan Lubuk Lampam Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Pengelolaan Perairan Darat Berbasis Ilmu Pengetahuan untuk Menunjang Kelestarian Lingkungan dan Kesejahteraan Masyarakat. Seminar Nasional Limnologi VII*. 2014 Sep 16; Bogor, Indonesia. Bogor (ID): Pusat Penelitian Limnologi LIPI. siap terbit.
- [PWGSC] Public Works and Government Services of Canada. 2011. *Presence and Levels of Priority Pesticides in Selected Canadian Aquatic Ecosystem*. Kanada (US): Minister of the Environment, Canada. 111 hlm.
- Quiros R, Boveri MB. 1999. *Fish effect on reservoir trophic relationship*. Di dalam *Tundisi JG, Straskaba M. Theoretical reservoir ecology and it's application*. International Institute of Ecology Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publisher. hlm 529-546.
- Rafique M, Khan MUH. 2012. Distribution and status of significant freshwater fishes of Pakistan. *Rec Zool Surv. Pakistan*. 21:90-95.
- Rahardjo PN. 2009. Studi banding teknologi pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit. *J Tek Ling*. 10(1) : 9-18.
- Rahman A. 2007. Public health assessment : model kajian prediktif dampak lingkungan dan aplikasinya untuk manajemen risiko kesehatan. Di dalam *Pertemuan Penguatan Jaringan Kerja Sama dan Kemitraan Program B/BTKL-PPM se-Indonesia*; 2007 Apr 15-18; Manado, Indonesia. Manado (ID) : BTKL-PPM. 21 hlm.
- Rahman FM, Barma BK, Van Brakel, Dewan S. 2010. Impacts of technological interventions on fish production and biodiversity of seasonal floodplains in Bangladesh [working paper]. *CBFC*. (1) : 11-22.
- Rahman Y, Setyawati TR, Yanti AH. 2013. Karakteristik populasi ikan biawan (*Helostoma temminckii* Cuvier) di danau Kelubi Kecamatan Tayan Hilir. *J Protobiont*. 2(2):80-86.
- Rahmati R, Pourgholam R, Najafpour SH, Doudstdar M. 2011. Trophic status of a Shallow Lake (North of Iran) based on the water quality and the phytoplankton community. *World Appl Sci J*. Special issue of food and environment. 4:112-120
- Rahul U, Arvind PK, Upadhyay SK. 2013. Assessment of lake water quality by using Palmer and Trophic State Index - a case study of Upper Lake, Bhopal, India. *Int Res J Environ Sci*. 2(5):1-8.
- Rakocevic-Nedovic J, Hollert H. 2005. Phytoplankton community and chlorophyll *a* as trophic state indices of Lake Skadar (Montenegro, Balkan). *Environ Sci & Pollut Res*. 12(3)146–152.doi:10.1065/espr2005.04.241.
- Rennert T, Meißner S, Rinklebe J, Totsche KU. 2010 Dissolved inorganic contaminants in a floodplain soil : comparison of in situ soil solutions and laboratory methods. *Water Air Soil Pollut*. 209:489-500. doi 0.1007/s11270-009-0217-3.
- Richardson J. 2010. Water Quality Report for Selected Lakes and Streams [laporan penelitian]. *Leon County Public Works. Division of Engineering Services*. 278 hlm.
- Roberto MC, Santana NF, Thomaz SM. 2009. Limnology in the upper Parana river floodplain : large-scale spatial and temporal patterns, and the influence of reservoirs. *Braz J Biol*. 69(2,suppl.):717-725.

- Rochmatin SY, Solichin A, Saputra SW. 2014. Aspek pertumbuhan dan reproduksi ikan nilam (*Osteochilus hasselti*) di perairan Rawa Pening Kecamatan Tuntang Kabupaten Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*. 3(3):153-159
- Rodriguez MA, Lewis Jr. WM. 1997. Structure of fish assemblages along environmental gradients in floodplain laes of the Orinoco river. *Ecological Monograph*. 67(1):109-128.
- Salah AAM, Turki AM, Al-Othman EM. 2012. Assesment of water quality of Euphrates river using cluster analysis. *JEP*. 3:1629-1633.doi:10.4236/jep.2012.312180
- Samuel. 2008a. The morfology of Lubuk Lampam floodplain. Di dalam : Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*. Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 1–7.
- Samuel. 2008b. Distribution of aquatic vegetation in Lubuk Lampam floodplain, South Sumatera. Di dalam : Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*. Palembang (ID) : Research Institute For Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs. hlm 16-31.
- Santos JCN, de Andeade EM, Neto JRA, Meureles ACM, Palacio HAQ. 2014. Land use and trophic state dynamics in a tropical semi-arid reservoir. *Rev Ciênc Agron* 45(1): 35-44.
- Saraswati SP, Sunyoto, Kironoto BA, Hadisusanto S. 2014. Kajian bentuk dan sensitifitas rumus indeks PI, STORET, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis di Indonesia. *J Manusia dan Lingkungan*. 21(2):129-142.
- Scarabotti PA, Lopez JA, Pouilly M. 2011. Flood pulse and the dynamics f fish assemblage structure from neotropical floodplain lakes. *Ecol Freshw Fish*. 20:605-618. doi: 10.1111/j.1600-0633.2011.00510.x.
- Schaedel A. 2011. *Oregon DEQ Harmful Algal Bloom (HAB) Strategy*. DEQ State of Oregon Department of Environmental Quality. Appendix D. Hlm 1-8.
- Schulzt R. 2004. Field Sstudies on exposure, effects and risk mitigation of aquatic non-point source insecticide pollution : A review. *J Environ Qual*. 33(2) : 419-448.
- Setiadi T, Fahana J. 2010. Pengembangan aplikasi untuk menentukan daerah pencemaran limbah *home industry* berbasis sistem informasi geografis. *J Informatika*. 4(2):488-495.
- Setyobudiandi I, Sulistiono, Yulianda F, Kusmana C, Hariyadi S, Damar A, Sembiring A, Bahtiar. 2009. *Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan. Terapan Metode Pengambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut*. Bogor (ID) : Makaira FPIK.
- Sharma MP, Kumar A, Rajvanshi S. 2010. Assessment of trophic state of lakes: a case of Mansi Ganga Lake in India. *Hydro Nepal*. 6:65-71.
- Shia JC, Yabu M, Tran KV, Young MS. 2013. Improved resolution for paraquat dan diquat : drinking wate analysis using the CORTECS UPLC HILIC column. *Waters : Water applic note*. 8 hlm.

- Shields FD, Lizott Jr RE, Knight SS. 2011. Spatial and temporal water quality variability in aquatic habitats of a cultivated floodplain. *River Res Applic.* 1-17. doi: 10.1002/rra.1596.
- Sigua GC, Williams MJ, Coleman SW, Starks R. 2006. Nitrogen and phosphorus status of soils and trophic state of lakes associated with Forage-Based Beef Cattle operations in Florida. *J Environ Qual.* 35:240-252. doi:10.2134/jeq2005.0246
- Singh RP, Ibrahim MH, Esa N, Illiyana MS. 2010. Composting of waste from palm oil mill: a sustainable waste management practice. *Rev Environ Sci Biotechnol.* 9: 331-344. doi:10.1007/s11157-010-9199-2.
- Smalling KL, Orlando JL, Kuivila KM. 2007. Occurrence of pesticides in water, sediment, and soil from the Yolo Bypass, California. *San Francisco Estuary & Watershed Science.* 5(1):1-17.
- Smith LS. 1982. *Introduction to Fish Physiology*. Neptune (US). T.F.H. Publication Inc.
- Sriwijaya Post. 2009 Apr 11. Perjuangan petani OKI melawan kebijakan lelang lebak lebung dan perluasan perkebunan sawit. Tersedia pada : <http://www.spi.or.id>.
- Steelman TA, Wallace RL. 2001. Property rights and property wrongs : why context matters in fisheries management. *Policy Sciences.* 34:357-379.
- Subagja J, Gustiano R, Winarlin. 2007. Teknologi reproduksi ikan nilem (*Osteochillus hasselti* C.V) : pematangan gonad, penanganan telur dan penyediaan calon induk. Di dalam *Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII : Dukungan Teknologi untuk Meningkatkan Produk Pangan Hewani dalam Rangka Pemenuhan Gizi Masyarakat*; 2007 Nov 21; Bogor, Indonesia. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian. hlm 187-194.
- Subramani T, Krishnan S, Kumaresan PK. 2012. Study of groundwater quality with GIS application for Coonoor Taluk in Nilgiri District. *IJMER.* 2(3):586-592.
- Sulistiono, Jannah MR, Ernawati Y. 2001. Reproduksi ikan belanak (*Mugil dussumieri*) di perairan Ujung Pangkah, Jawa Timur. *JII.* 1(2):31-37.
- Sulistiyarto B, Dedi S, Mohamad FR, Sumardjo. 2007. Pengaruh musim terhadap komposisi jenis dan kelimpahan ikan di rawa lebak sungai Rungan, Palangkaraya, Kalimantan Tengah. *J Biodiversitas.* 8(4):270-271.
- Supari. 2010. *Sejarah Dampak El Nino di Indonesia*. Badan Meteorologi, Klimatologi dan geofisika [internet]. [diunduh 29 April 2015]. Tersedia pada [http://bmkg.go.id/BMKG\\_Pusat/Lain\\_Lain/Artikel/Sejarah\\_Dampak\\_El\\_Ni no\\_di\\_Indonesia.bmkg](http://bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Lain_Lain/Artikel/Sejarah_Dampak_El_Ni no_di_Indonesia.bmkg).
- Suwandana E. 2012. Comparative study on water quality assesment between urban and rural watersheed: A case study of Ciliwung and Ciujung watersheed, Indonesia [disertasi]. Hiroshima (JP) : Hiroshima University.
- Swingle HS, Allison R. 1971. The inland fisheries progress 1970 [laporan penelitian]. *International Center for Aquaculture Auburn University, Auburn, Alabama.* 112 hlm.
- Thomatou AA, Triantafyllidu M, Chalkia E, Kehayias G, Konstantinou I, Zacharias I. 2013. Land use changes do not rapidly change the trophic state of a deep lake Amvrakia Lake, Greece. *JEP.* 4:426-434. doi:10.4236/jep.2013.45051.

- Tockner K, Bunn SE, Gordon C, Naiman RJ, Quinn GP, Stanford JA. 2008. Flood plains : critically threatened ecosystems. Di dalam : N. Polunin, editor. *Aquatic Ecosystem*. Cambridge Univ Pr. hlm 45-61.
- Tunggal N. 2013 Juni 3. Suhu muka laut, siklon, dan kemarau basah. *Kompas*. Rubrik News/Sains. [internet]. [diunduh 2015 Mar 24]. Tersedia pada <http://sains.kompas.com/read/2013/06/03/16464651/Suhu.Muka.Laut..Siklon..dan.Kemarau.Basah>.
- Utomo AD, Nasution Z, Adjie S. 1992. Kondisi Ekoogi dan Potensi Sumber Daya Perikanan Sungai dan Rawa. Di dalam : *TKI Perikanan Perairan Umum di Palembang*; 1992 Feb 12-13; Jakarta (ID) : Puslitbang Perikanan. 16 hal.
- Utomo AD Asyari. 1999. Peran ekosistem hutan rawa air tawar bagi kelestarian sumber daya perikanan di Sungai Kapuas Kalimantan Barat. *JPPI*. 5(3):1-14
- Utomo AD, Asyari, Nurdawati Syarifah. 2001. Peranan suaka perikanan dalam peningkatan produksi dan pelestarian sumber daya perikanan perairan umum. *JPPI*. 7(1): 1-9.
- Utomo, AD. 2002. Suaka perikanan di perairan umum rawa banjiran. *WPPI*. 8(2):15-18.
- Utomo AD, Rupawan, Suryaningrat S 2003. *Kegiatan Penangkapan Ikan di Sungai Barito*. Prosiding Hasil Riset, Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. Hal 149-159
- Utomo AD, Krismono. 2006. Aspek biologi beberapa jenis ikan langka di Sungai Musi Sumatera Selatan. Di dalam : *Seminar Nasional Ikan IV*; 2006 Agust 29-30. Jatiluhur, Purwakarta (ID) : KKP. hal 309-330
- Utomo AD, Kaban S, Hartoto DI, 2008. *Correlation of Water Level Fluctuation to Physico-Chemical Features of Lubuk Lampam Floodplain*. Di dalam D.I. Hartoto, Koeshendrajana S., Kartamihardja E.S., Utomo A.D., dan Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain River, South Sumatera*, Research Institute for Inland Water Fisheries, Research Center for Capture Fisheries, Agency of Marine and Fisheries Research, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 8-15.
- Utomo AD, Wijaya D. 2008. *Dynamics of fish production from Lubuk Lampam floodplain*. Di dalam : Hartoto DI, Koeshendrajana S, Kartamihardja ES, Utomo AD, Nasution Z, editor. *Fisheries Ecology and Management of Lubuk Lampam Floodplain Musi River, South Sumatera*. Palembang (ID) : Research Institute for Inland Water Fisheries, Ministry of Marine and Fisheries Affairs, Palembang. hlm 69-80.
- Vegas- Vilarrùbia T, Herrera R. 1993. Seasonal alternation of lentic/lotic conditions in the Mapire system, a tropical floodplain lake in Venezuela. *Hydrobiologia*. 262:43-55.
- Venterink HO, Wiegman F, Van der lee GEM, Vermaat JE. 2003. Role of active floodplains for nutrient retention in the river Rhine. *J Environ Qual*. 32:1430-143.
- Verhoven JTA, Setter TL, 2009. Agricultural use of wetlands: Opportunities and limitations. *Ann Bot*.105(1):155-163. doi:10.1093/aob/mcp172.
- Vijaylaxmi C, Rajshekhar M, Vijaykumar K. 2010. Freshwater fishes distribution and diversity status of Mullameri river, a minor tributary of Bheema river of Gulbarga district, Karnataka. *Int J Systems Biol*. 2(2):1-9.

- Walling DE, Owens PN. 2003. The role of overbank floodplain sedimentation in catchment contaminant budgets. *Hydrobiologia*. 494:83-91.
- Weatherley AH, Gill HS. 1989. *The Biology of Fish Growth*. Reprinted. San Diego (US): Academic Pr.
- Weber S, Khan S, Hollender J. 2006. Human risk assessment of organic contamination in reclaimed wastewater used for irrigation. *Desalination*. 187:53-64.
- Welcomme RL. 1979. *Fisheries Ecology of Floodplain Rivers*. New York (US): Longman Inc. 317 hlm.
- Welcomme RL. 1985. *River Fishes*. Roma (IT): FAO Tech Bull 262. 330 hlm.
- Welcomme RL. 2001. *Inland Fisheries: Ecology and Management*. FAO. Blackwell Sci., Fishing News Books. 358 hlm.
- Welling ML, Munzenmaier M, Waldmer E, Bourne J, Sutherland SR, Wardius K, Magruder C. 2001. Trophic State and chlorophyll in the Milwaukee, Wisconsin Harbor and surrounding nearshore waters. *Water quality Research Departement Milwaukee Metropolitan Sewerage District*. 38 hlm.
- Whenzhi L, Quanfa Z, Guihua L. 2011. Effects of watershed land use and lake morphometry on the trophic state of Chinese lakes : implications for eutrophication control. *Clean-soil, air, water*. 39(1):35-42.
- [WHO] World Health Organization. 2005. *Glyphosate and AMPA in Drinking Waters*. WHO. 19 hlm.
- Writer JH, Barber LB, Brown GK, Taylor HE, Kiesling RL, Ferrey ML, Jahns ND, Bartel SE. 2010. Anthropogenic tracers, endocrine disrupting chemicals, and endocrine disruption in Minnesota lakes. *Sci Tot Environ*. 409:100-111. [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv). doi:10.1016/j.scitotenv.2010.07.018
- Wu Z, Jie R, Chen S, Xin Y, Liang Y. 2012. Spatial-time comparative analysis and evaluation of eutrophication level of Nansi Lake. *Asia Pacific Conference on Environmental Science and Technology, Advances in Biomedical Engineering 6*. [waktu dan tempat pertemuan tidak diketahui]. hlm 485-491; [diunduh 2014 Juli 1]. Tersedia pada : [www.ier-institute.org/2160-0589/abe6/.../485.pdf](http://www.ier-institute.org/2160-0589/abe6/.../485.pdf)
- Xu H. 2006. Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *Int J Remote Sens*. 27(14):3025-3033.
- Yaoyang X, Meiling S, Xinqin H, Qinghua C. 2010. Temporal asynchrony of trophic status between mainstream and tributary bay within a giant dendritic reservoir: the role of local-scale regulators. *Water Air Soil Pollut*. 14 hlm. doi:10.1007/s11270-010-0705-5.
- Yacob S, Hassan MA, Shirai Y, Wakisaka M, Subash S. 2005. Baseline study of methane emission from open digesting tanks of palm oil mill effluent treatment. *Chemosphere*. 59:1575-1581.
- Ziauddin G, Chakraborty SK, Jaiswar AK, Bhaumik U. 2013. Seasonal variation of physicochemical parameters of selected floodplain wetlands of West Bengal. *JCBPAT*. Section B : Biological Sciences. 3(4):2731-2743.

Lampiran 1. Parameter kualitas air yang diamati serta alat atau metode pengukurannya

Parameter	Satuan	Alat/Metode	Lokasi
Temperatur	°C	<i>Thermometer</i> / elektrofisika	<i>in situ</i>
Kecepatan arus	mdet <sup>-1</sup>	<i>Flow meter</i> / elektrofisika	<i>in situ</i>
pH		pH meter / elektrokimia	<i>in situ</i>
Kecerahan	cm	<i>Secchi disc</i> /visual	<i>in situ</i>
Kekeruhan	NTU	<i>Turbidity meter</i> / optik-elektronik	<i>in situ</i>
Alkalinitas	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas/titrimetrik	Laboratorium
DO	mgL <sup>-1</sup>	DO meter/ elektrokimia	<i>in situ</i>
DHL	µscm <sup>-1</sup>	<i>Conductivity meter</i> / elektrokimia	<i>In situ</i>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	Botol BOD, inkubator / inkubasi, Iodometri	<i>in situ</i> dan laboratorium
COD	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas / reflux, titrimetrik K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Laboratorium
N-NO <sub>2</sub>	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium
N-NO <sub>3</sub>	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium
Total N	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium
P-PO <sub>4</sub>	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium
Total P	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium
Herbisida (paraquat dan glyfosat)	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, kertas saring CGF, khromatografi gas/ elektrokimia	Laboratorium
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, pompa vakum, sentrifuge, desikator/ gravimetrik	Laboratorium
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium
Klorofil-a		Peralatan gelas, spektrofotometer/spektrofotometrik	Laboratorium

## Lampiran 2. Nilai rata-rata kualitas air antar stasiun dan antar musim

## Nilai rata-rata kualitas air antar stasiun pada musim banjir 1

Parameter		Stasiun						
		Sta. 1	Sta. 2	Sta. 3	Sta. 4	Sta. 5	Sta. 6	Sta. 7
Kecepatan arus	mdet <sup>-1</sup>	0.25	-	-	-	0.44	-	0.47
Kecerahan	cm	58	53	60	81	44	78	50
kekeruhan	NTU	20.74	20.70	20.46	15.04	17.98	16.99	19.82
Temperatur	°C	29.6	29.5	29.7	29.5	28.9	29.3	29.8
pH	Unit	<b>5.50</b>	<b>5.54</b>	<b>5.51</b>	<b>5.37</b>	<b>4.78</b>	<b>5.40</b>	<b>5.68</b>
DO	mgL <sup>-1</sup>	3.81	4.16	3.71	3.81	3.51	4.20	4.00
DHL	µscm <sup>-1</sup>	32	32	32	36	38	34	32
BOD	mgL <sup>-1</sup>	2.26	3.20	1.80	2.96	2.64	3.30	3.36
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	<b>0.59</b>	0.02	<b>0.53</b>	<b>0.33</b>	<b>0.32</b>	0.01	<b>0.29</b>
COD	mgL <sup>-1</sup>	<b>58.98</b>	<b>54.68</b>	28.50	<b>61.12</b>	<b>75.30</b>	<b>52.7</b>	<b>51.82</b>
N total	mgL <sup>-1</sup>	39.92	42.02	43.14	51.54	49.30	50.98	43.70
P total	mgL <sup>-1</sup>	5.40	4.86	3.77	4.04	5.80	5.21	4.08
ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	0.07	0.09	0.05	0.05	0.12	0.06	0.04
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	1.66	1.97	1.92	1.12	2.56	1.64	1.67
Alkalinitas	mgL <sup>-1</sup>	23	21	24	22	20	21	23

Keterangan :

- = perairan tidak berarus

angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

## Nilai rata-rata kualitas air antar stasiun pada musim surut

Parameter		Stasiun				
		Sta. 1	Sta. 3	Sta. 4	Sta. 5	Sta. 7
Kecepatan arus	mdet <sup>-1</sup>	0.31	-	-	0.14	-
Kecerahan	cm	32	32	59	24	24
kekeruhan	NTU	32.47	25.78	10.79	12.35	40.51
Temperatur	°C	29.3	29.3	29.5	28.8	29.0
pH	Unit	<b>5.81</b>	<b>5.50</b>	<b>4.70</b>	<b>3.93</b>	<b>5.78</b>
DO	mgL <sup>-1</sup>	3.85	<b>2.94</b>	<b>1.78</b>	<b>1.63</b>	3.62
DHL	µscm <sup>-1</sup>	53	48	48	78	45
BOD	mgL <sup>-1</sup>	1.97	1.21	1.56	0.97	1.67
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>	<b>0.08</b>
COD	mgL <sup>-1</sup>	<b>92.38</b>	<b>50.18</b>	<b>101.78</b>	<b>110.15</b>	<b>54.78</b>
N total	mgL <sup>-1</sup>	38.74	37.70	42.64	45.22	40.79
P total	mgL <sup>-1</sup>	3.23	2.52	3.11	5.85	2.17
ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	0.08	0.04	0.11	0.09	0.19
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	4.35	5.30	5.88	8.18	5.95
Alkalinitas	mgL <sup>-1</sup>	50	53	57	52	56

Keterangan :

- = perairan tidak berarus

angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu  
sta. 2 dan sta. 6 = tidak dilakukan pengukuran dan pengambilan sampel

## Lanjutan Lampiran 2.

## Nilai rata-rata kualitas air antar stasiun pada musim banjir 2

Parameter		Stasiun						
		Sta. 1	Sta. 2	Sta. 3	Sta. 4	Sta. 5	Sta. 6	Sta. 7
Kecepatan arus	mdet <sup>-1</sup>	0.36	-	-	-	0.19	-	0.38
Kecerahan	cm	41	53	45	69	11	58	35
Kekeruhan	NTU	29.20	25.97	26.43	5.06	65.93	15.53	40.73
Temperatur	°C	30.7	30.2	31.0	31.5	31.0	31.1	28.8
pH	Unit	<b>5.50</b>	<b>4.43</b>	<b>4.80</b>	<b>4.63</b>	<b>3.83</b>	<b>4.53</b>	<b>4.87</b>
DO	mgL <sup>-1</sup>	<b>1.47</b>	<b>1.39</b>	<b>1.48</b>	<b>0.44</b>	<b>0.86</b>	<b>1.02</b>	<b>2.47</b>
DHL	µscm <sup>-1</sup>	30	33	30	43	103	33	30
BOD	mgL <sup>-1</sup>	0.68	0.14	0.17	0.29	0.98	0.20	1.42
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	<b>0.09</b>	0.03	0.02	0.02	<b>0.48</b>	0.03	0.03
COD	mgL <sup>-1</sup>	12.80	27.73	16.00	39.47	28.80	40.53	17.07
N total	mgL <sup>-1</sup>	56.03	50.43	47.62	72.84	70.03	72.84	56.03
P total	mgL <sup>-1</sup>	2.20	2.60	0.60	1.80	1.00	2.80	2.20
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	0.10	0.15	0.13	0.17	0.34	0.14	0.12
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	2.14	1.94	2.01	1.34	2.98	1.64	2.11
Alkalinitas	mgL <sup>-1</sup>	27	28	29	28	31	25	24

Keterangan :

- = perairan tidak berarus

angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

## Lampiran 3. Nilai baku mutu dan rata-rata, maksimal, minimal kualitas air antar stasiun dan musim

## Nilai baku mutu dan rata-rata, maksimal, minimal kualitas air stasiun 1

Parameter	Baku mutu	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2			
		Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	
Temperatur	°C	normal± 3	29.9	29.1	29.6	30.4	28.7	29.3	31.5	29.5	30.7
pH	Unit	6 s.d. 9	<b>5.78</b>	<b>5.24</b>	<b>5.50</b>	6.10	<b>5.45</b>	<b>5.81</b>	6.30	<b>4.90</b>	<b>5.50</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	5.80	<b>2.08</b>	3.81	4.88	3.17	3.85	<b>2.17</b>	<b>0.72</b>	<b>1.47</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	5.47	0.14	2.26	2.85	0.85	1.97	1.53	0.09	0.68
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	<b>2.90</b>	0.01	<b>0.59</b>	<b>0.15</b>	0.02	<b>0.08</b>	<b>0.24</b>	0.01	<b>0.09</b>
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>133.00</b>	15.00	<b>58.98</b>	<b>227.00</b>	38.40	<b>92.38</b>	32.00	3.20	12.80
Ortofوسفat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.25	0.004	0.069	0.15	0.01	0.08	0.16	0.06	0.10
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	3.80	0.017	1.655	8.10	1.60	4.35	3.50	0.01	2.14
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	<b>13.50</b>	0.50	<b>4.83</b>			<b>2.40<sup>*)</sup></b>	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.069	0.023	0.042			0.103 <sup>*)</sup>	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.002	0.002	0.002			0.003 <sup>*)</sup>	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

## Nilai baku mutu dan rata-rata. maksimal. minimal kualitas air stasiun 2

Parameter	Baku mutu	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2			
		Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	
Temperatur	°C	normal± 3	31.4	27.2	29.5	-	-	-	30.6	29.8	30.2
pH	Unit	6 s.d. 9	<b>5.78</b>	<b>5.34</b>	<b>5.54</b>	-	-	-	<b>5.00</b>	<b>4.00</b>	<b>4.43</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	6.00	<b>2.47</b>	4.16	-	-	-	<b>1.76</b>	<b>1.20</b>	<b>1.39</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	<b>6.59</b>	0.84	3.20	-	-	-	0.21	0.09	0.14
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	0.02	0.01	0.02	-	-	-	0.04	0.02	0.03
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>131.00</b>	11.70	<b>54.68</b>	-	-	-	<b>64.00</b>	9.60	27.73
Ortofوسفat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.22	0.03	0.09	-	-	-	0.23	0.04	0.15
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	3.40	0.10	1.97	-	-	-	3.20	0.03	1.94
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	<b>14.50</b>	0.50	<b>5.33</b>	-	-	-	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.07	0.01	0.03	-	-	-	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.002	td		-	-	-	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

Lanjutan Lampiran 3. Nilai baku mutu dan rata-rata, maksimal, minimal kualitas air antar stasiun dan musim

Nilai baku mutu dan rata-rata. maksimal. minimal kualitas air stasiun 3

Parameter	Baku mutu	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2			
		Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	
Temperatur	°C	normal± 3	29.9	29.4	29.7	29.8	28.4	29.3	31.8	30.3	30.97
pH	Unit	6 s.d. 9	<b>5.78</b>	<b>5.13</b>	<b>5.51</b>	6.00	<b>4.90</b>	<b>5.50</b>	<b>5.10</b>	<b>4.40</b>	<b>4.80</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	6.00	<b>1.92</b>	3.71	4.11	<b>1.78</b>	<b>2.94</b>	<b>2.01</b>	<b>0.98</b>	<b>1.48</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	5.60	0.16	1.80	1.81	0.58	1.21	0.24	0.09	0.17
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	<b>2.40</b>	0.01	<b>0.53</b>	<b>0.15</b>	0.01	<b>0.07</b>	0.04	0.02	0.02
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>60.00</b>	5.10	28.5	<b>97.50</b>	25.60	<b>50.18</b>	32.00	6.40	16.00
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.14	0.01	0.05	0.07	0.02	0.04	0.19	0.02	0.13
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	5.00	0.02	1.92	10.4	1.60	5.30	3.00	0.02	2.01
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	<b>2.00</b>	0.50	<b>1.17</b>			<b>1.00*</b>	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.05	0.02	0.03			0.15*)	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.001	td				0.004*)	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

Nilai baku mutu dan rata-rata. maksimal. minimal kualitas air stasiun 4

Parameter	Baku mutu	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2			
		Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	
Temperatur	°C	normal± 3	31.4	27.9	29.6	31.2	28.6	29.5	33.40	30.30	31.53
pH	Unit	6 s.d. 9	<b>5.76</b>	<b>5.06</b>	<b>5.37</b>	<b>5.70</b>	<b>4.20</b>	<b>4.70</b>	<b>5.40</b>	<b>4.10</b>	<b>4.63</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	6.30	<b>0.85</b>	3.81	3.05	<b>0.43</b>	<b>1.78</b>	<b>0.57</b>	<b>0.22</b>	<b>0.44</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	<b>6.20</b>	0.40	2.96	2.40	0.20	1.56	0.33	0.21	0.29
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	<b>1.60</b>	td	<b>0.33</b>	<b>0.34</b>	0.02	<b>0.14</b>	0.03	0.01	0.02
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>100.00</b>	15.30	<b>61.12</b>	<b>245.00</b>	35.20	<b>101.78</b>	<b>96.00</b>	9.60	39.47
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.18	0.01	0.05	0.22	td	0.11	0.31	0.04	0.17
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	2.40	0.01	1.12	13.7	1.40	5.88	2.00	0.01	1.34
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	<b>3.50</b>	0.50	<b>1.67</b>			<b>3.00</b>	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.07	0.02	0.04			0.12*)	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.001	0.001	0.001			0.009*)	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

Lanjutan Lampiran 3. Nilai baku mutu dan rata-rata, maksimal, minimal kualitas air antar stasiun dan musim

Nilai baku mutu dan rata-rata. maksimal. minimal kualitas air stasiun 5

Parameter		Baku mutu	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2		
			Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata
Temperatur	°C	normal± 3	30.00	27.40	28.88	29.6	27.3	28.8	33.10	29.10	31.00
pH	Unit	6 s.d. 9	<b>5.58</b>	<b>4.01</b>	<b>4.79</b>	<b>4.10</b>	<b>3.50</b>	<b>3.93</b>	<b>4.20</b>	<b>3.50</b>	<b>3.83</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	5.90	<b>0.97</b>	3.51	3.34	<b>0.62</b>	<b>1.63</b>	<b>1.30</b>	<b>0.49</b>	<b>0.86</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	5.90	0.02	2.64	1.94	0.33	0.97	1.62	0.41	0.98
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	<b>1.50</b>	0.01	<b>0.32</b>	<b>0.24</b>	0.04	<b>0.13</b>	<b>1.40</b>	0.02	<b>0.48</b>
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>103.00</b>	17.20	<b>75.30</b>	<b>273.00</b>	27.20	<b>110.15</b>	<b>64.00</b>	9.60	28.80
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.40	0.01	0.12	0.16	0.02	0.09	0.77	0.07	0.34
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	3.90	0.40	2.56	16	1.90	8.18	5.40	0.03	2.98
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	<b>7.50</b>	0.50	<b>3.00</b>			<b>1.00<sup>*)</sup></b>	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.13	0.02	0.06			0.114 <sup>*)</sup>	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.001	td	0.0005			0.003 <sup>*)</sup>	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

Nilai baku mutu dan rata-rata. maksimal. minimal kualitas air stasiun 6

Parameter		BM	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2		
			Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata
Temperatur	°C	normal± 3	30.20	27.70	29.28	-	-	-	32.70	29.90	31.13
pH	Unit	6 s.d. 9	<b>5.70</b>	<b>5.10</b>	<b>5.40</b>	-	-	-	<b>5.30</b>	<b>4.00</b>	<b>4.53</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	5.36	<b>2.06</b>	4.20	-	-	-	<b>1.33</b>	<b>0.40</b>	<b>1.02</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	5.90	1.07	3.30	-	-	-	0.43	0.01	0.20
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	0.03	0.01	0.01	-	-	-	0.04	0.01	0.03
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>113.00</b>	12.60	<b>52.70</b>	-	-	-	<b>96.00</b>	12.80	40.53
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.06	0.01	0.03	-	-	-	0.19	0.04	0.14
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	4.20	0.02	1.64	-	-	-	2.70	0,03	1.64
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	8.00	0.50	3.00	-	-	-	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.04	0.02	0.03	-	-	-	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.001	td		-	-	-	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

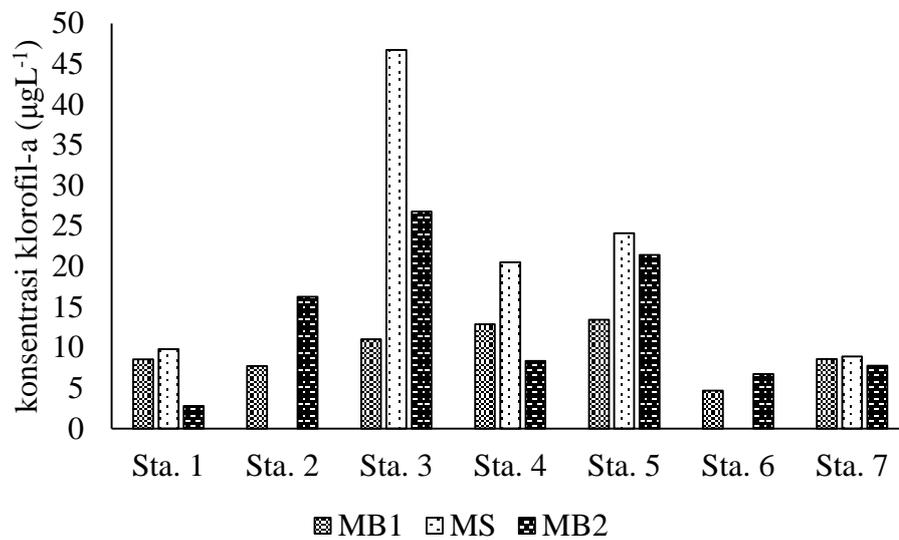
Lanjutan Lampiran 3. Nilai baku mutu dan rata-rata, maksimal, minimal kualitas air antar stasiun dan musim

Nilai baku mutu dan rata-rata. maksimal. minimal kualitas air stasiun 7

Parameter	BM	Musim banjir 1			Musim surut			Musim banjir 2			
		Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	Maksimal	Minimal	Rata-rata	
Temperatur	°C	normal± 3	30.50	29.40	29.82	30.6	26.7	29.0	29.50	28.00	28.77
pH	Unit	6 s.d. 9	6.75	<b>5.12</b>	<b>5.68</b>	6.30	<b>5.20</b>	<b>5.78</b>	<b>5.80</b>	<b>4.30</b>	<b>4.87</b>
Oksigen terlarut	mgL <sup>-1</sup>	>3	5.80	<b>2.08</b>	4.00	4.69	<b>2.58</b>	3.62	<b>2.61</b>	<b>2.20</b>	<b>2.47</b>
BOD	mgL <sup>-1</sup>	6	5.80	0.94	3.36	3.07	0.33	1.67	3.40	0.23	1.42
Nitrit	mgL <sup>-1</sup>	0.06	1.40	0.01	<b>0.29</b>	<b>0.16</b>	0.01	<b>0.08</b>	0.06	0.02	0.03
COD	mgL <sup>-1</sup>	50	<b>108.00</b>	17.30	<b>51.82</b>	<b>65.3</b>	27.20	<b>50.38</b>	32.00	6.40	17.07
Ortofosfat	mgL <sup>-1</sup>	1	0.14	0.01	0.04	0.47	0.03	0.19	0.19	0.02	0.12
Nitrat	mgL <sup>-1</sup>	20	4.50	0.01	1.67	8.00	1.50	4.33	3.30	0.02	2.11
Minyak dan lemak	mgL <sup>-1</sup>	0.5	<b>4.00</b>	0.50	<b>1.83</b>			<b>3.00</b> <sup>*)</sup>	-	-	-
Deterjen	mgL <sup>-1</sup>	0.2	0.04	0.02	0.03			0.109 <sup>*)</sup>	-	-	-
Glyfosat	mgL <sup>-1</sup>	0.1	0.002	td				0.008 <sup>*)</sup>	-	-	-

\*) pengukuran hanya satu kali; - : tidak dilakukan pengukuran ; td : tidak terdeteksi (di bawah batas minimal nilai yang terbaca oleh alat); angka yang dicetak tebal : nilai parameter kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu

Lampiran 4. Konsentrasi klorofil-a pada masing-masing stasiun dan musim



Keterangan : MB 1 : musim banjir 1 (Desember 2012 – April 2013); MB 2 : musim banjir 2 (September – November 2013); MB (musim banjir 1 dan 2); MS : musim surut (Mei – Agustus 2013)

## Lampiran 5. Hasil analisis uji t terhadap nilai “b”

Hasil analisis uji t terhadap nilai “b” pada musim banjir 1 (Desember 2012 sampai dengan April 2013)

Ikan	Jenis kelamin	Stasiun	b	t <sub>hitung</sub>	t <sub>tabel</sub> ( $\alpha=0.05$ )
<b>Nilem</b>					
	Jantan	1	3.307	2.583	2.145
		2	3.490	3.231	2.228
		3	3.214	0.829	2.093
		4	3.413	3.807	2.571
		5	3.336	0.027	12.706
		6	3.112	1.343	2.086
		7	3.303	2.529	2.032
	Betina	1	3.277	3.062	2.052
		2	3.290	3.165	2.120
		3	2.555	0.995	2.015
		4	2.498	0.858	2.120
		5	3.251	1.094	2.776
		6	3.106	0.916	2.086
		7	3.513	4.606	2.010
<b>Tambakan</b>					
	Jantan	1	-	-	-
		2	2.965	0.259	2.571
		3	3.712	1.671	12.706
		4	2.902	3.472	12.706
		5	2.082	3.635	2.365
		6	2.234	4.495	2.306
		7	2.429	2.324	2.080
	Betina	1	-	-	-
		2	3.247	1.064	2.201
		3	2.716	2.485	2.571
		4	2.925	0.592	2.571
		5	2.695	1.838	2.080
		6	2.897	0.678	2.571
		7	2.834	0.208	2.571
<b>Gabus</b>					
	Jantan	1	-	-	-
		2	3.327	1.004	2.365
		3	-	-	-
		4	3.002	0.002	2.776
		5	3.118	1.060	2.447
		6	3.288	1.911	2.069
		7	2.771	0.342	12.706
	Betina	1	-	-	-
		2	2.811	0.284	2.201
		3	-	-	-
		4	3.118	0.627	3.182
		5	3.507	2.083	2.365
		6	3.428	1.919	2.101
		7	2.811	1.550	2.571

Keterangan : - = tidak ditemukan sampel ikan

## Lanjutan Lampiran 5

Hasil analisis uji t terhadap nilai “b” pada musim surut (Mei 2013 sampai dengan Agustus 2013)

Ikan	Jenis kelamin	Stasiun	Nilai b	t <sub>hitung</sub>	t <sub>tabel</sub> ( $\alpha=0.05$ )
<b>Nilem</b>					
	Jantan	1	3.086	0.254	2.080
		2	-	-	-
		3	3.269	1.012	2.023
		4	-	-	-
		5	3.174	0.491	2.080
		6	-	-	-
		7	3.228	0.926	2.160
	Betina	1	3.363	0.427	2.145
		2	-	-	-
		3	3.419	2.631	1.979
		4	-	-	-
		5	3.280	2.465	2.306
		6	-	-	-
		7	3.540	3.785	2.037
<b>Tambakan</b>					
	Jantan	1	3.332	0.984	2.447
		2	-	-	-
		3	2.876	1.042	2.080
		4	2.942	0.559	2.000
		5	2.923	1.292	2.042
		6	-	-	-
		7	2.353	1.982	12.706
	Betina	1	2.719	2.305	2.131
		2	-	-	-
		3	3.165	1.708	2.037
		4	3.162	0.636	2.002
		5	3.071	1.142	1.986
		6	-	-	-
		7	3.197	0.416	1.986
<b>Gabus</b>					
	Jantan	1	-	-	-
		2	-	-	-
		3	3.353	2.073	3.182
		4	3.256	1.936	2.776
		5	3.029	0.351	2.228
		6	-	-	-
		7	4.215	3.461	4.303
	Betina	1	-	-	-
		2	-	-	-
		3	3.269	1.034	2.131
		4	3.247	2.350	2.110
		5	3.130	2.229	2.005
		6	-	-	-
		7	3.274	0.828	4.303

Keterangan : - = tidak ditemukan sampel ikan

## Lanjutan Lampiran 5

Hasil analisis uji t terhadap nilai “b” pada musim banjir 2 (September 2013 sampai dengan November 2013)

Ikan	Jenis kelamin	Stasiun	b	t <sub>hitung</sub>	t <sub>tabel</sub> ( $\alpha=0.05$ )
<b>Nilem</b>					
	Jantan	1	3.201	1.918	2.035
		2	2.848	1.010	12.708
		3	3.326	1.522	2.069
		4	-	-	-
		5	-	-	-
		6	2.839	2.199	12.706
		7	3.127	8.445	2.262
	Betina	1	2.434	1.185	2.004
		2	3.351	0.446	2.110
		3	2.990	0.111	2.048
		4	-	-	-
		5	-	-	-
		6	2.911	0.654	4.303
		7	3.177	0.234	2.145
<b>Tambakan</b>					
	Jantan	1	2.914	1.180	2.110
		2	2.835	0.587	2.093
		3	2.962	0.169	2.201
		4	3.095	0.566	2.201
		5	2.975	0.232	1.993
		6	2.599	1.182	2.776
		7	3.935	1.126	12.706
	Betina	1	2.421	1.160	2.776
		2	3.490	1.601	2.101
		3	1.886	2.488	2.228
		4	3.266	1.387	2.447
		5	2.868	1.526	1.983
		6	3.387	0.670	2.776
		7	2.206	1.573	12.706
<b>Gabus</b>					
	Jantan	1	-	-	-
		2	2.948	0.254	3.182
		3	-	-	-
		4	-	-	-
		5	2.897	0.640	2.040
		6	-	-	-
		7	-	-	-
	Betina	1	-	-	-
		2	3.014	0.132	2.026
		3	-	-	-
		4	-	-	-
		5	3.022	0.321	1.983
		6	-	-	-
		7	-	-	-

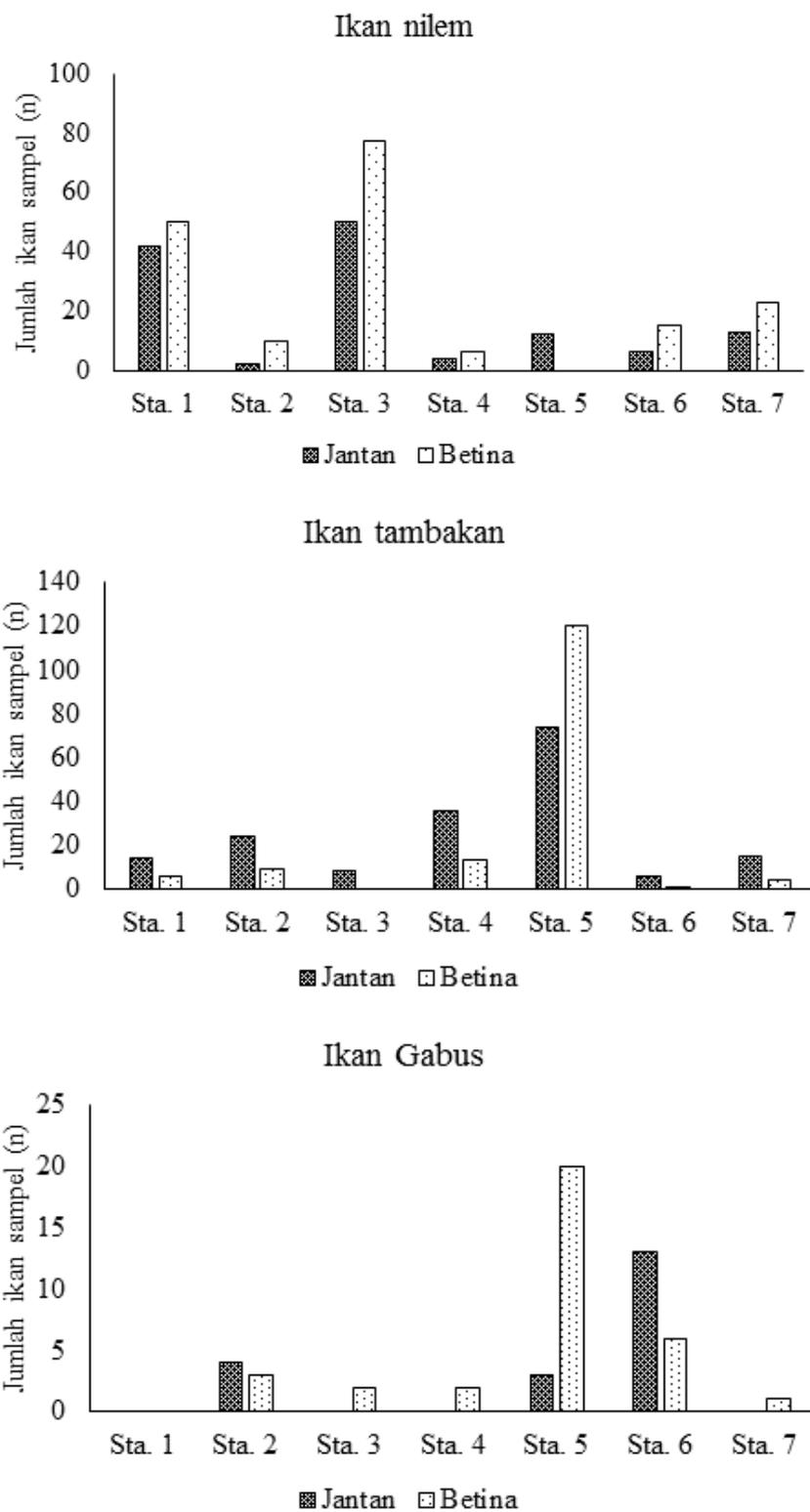
Keterangan : - = tidak ditemukan sampel ikan

## Lampiran 6. Faktor kondisi ikan nilem, tambakan dan gabus

<b>Ikan</b>	<b>Stasiun</b>	<b>MB1</b>	<b>MS</b>	<b>MB2</b>
<b>Nilem</b>				
Jantan	Sta. 1	1.01±0.12	1.31±0.33	1.21±0.11
	Sta. 2	1.01±0.16	-	1.29±0.03
	Sta. 3	1.36±0.36	1.30±0.81	1.22±0.17
	Sta. 4	1.00±0.07	-	-
	Sta. 5	1.22±0.16	1.27±0.48	-
	Sta. 6	1.27±0.13	-	1.06±0.19
	Sta. 7	1.02±0.24	1.08±0.21	1.01±0.12
Betina	Sta. 1	1.01±0.15	1.63±0.77	1.84±1.65
	Sta. 2	1.01±0.15	-	1.66±0.69
	Sta. 3	2.07±2.33	1.06±0.42	1.22±0.08
	Sta. 4	1.63±1.22	-	-
	Sta. 5	1.17±0.11	1.00±0.07	-
	Sta. 6	1.39±0.19	-	1.29±0.08
	Sta. 7	1.02±0.22	1.11±0.30	1.59±1.73
<b>Tambakan</b>				
Jantan	Sta. 1	-	2.02±0.23	1.82±0.07
	Sta. 2	1.98±0.10	-	1.83±0.10
	Sta. 3	2.00±0.23	1.95±0.11	1.94±0.11
	Sta. 4	1.81±0.18	1.95±0.17	1.91±0.09
	Sta. 5	1.01±0.12	1.94±0.13	1.89±0.20
	Sta. 6	1.03±0.25	-	1.78±0.05
	Sta. 7	1.01±0.14	1.95±0.08	1.80±0.11
Betina	Sta. 1	-	1.00±0.04	1.96±0.15
	Sta. 2	1.93±0.14	-	2.01±0.13
	Sta. 3	1.88±0.09	1.98±0.17	1.01±0.15
	Sta. 4	1.92±0.10	2.03±0.25	2.05±0.11
	Sta. 5	1.85±0.24	2.00±0.28	1.96±0.24
	Sta. 6	1.90±0.14	-	2.00±0.12
	Sta. 7	1.92±0.25	1.97±0.16	1.84±0.05
<b>Gabus</b>				
Jantan	Sta. 1	-	-	-
	Sta. 2	0.91±0.13	-	0.90±0.07
	Sta. 3	-	0.84±0.05	-
	Sta. 4	0.85±0.06	0.91±0.07	-
	Sta. 5	0.93±0.06	0.87±0.06	0.87±0.18
	Sta. 6	0.94±0.11	-	-
	Sta. 7	0.85±0.11	0.85±0.07	-
Betina	Sta. 1	-	-	-
	Sta. 2	0.81±0.15	1.00±0.09	0.87±0.11
	Sta. 3	-	0.82±0.12	-
	Sta. 4	0.88±0.05	-	-
	Sta. 5	0.93±0.11	1.01±0.11	0.85±0.13
	Sta. 6	0.93±0.10	-	-
	Sta. 7	0.90±0.08	0.87±0.08	-

Keterangan : MB 1 : musim banjir 1 (Desember 2012 – April 2013); MB 2 : musim banjir 2 (September – November 2013); MB (musim banjir 1 dan 2); MS : musim surut (Mei – Agustus 2013)

Lampiran 7. Jumlah ikan sampel (n) dengan TKG IV pada masing-masing stasiun



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Majalengka pada tanggal 21 Juli 1977 sebagai anak ke-4 dari pasangan H. Opang Sofwan dan Hj. Oom Komariah. Penulis telah menikah pada tahun 2006 dengan Yulisman S.Pi, M.Si dan dikaruniai seorang putera Muzakki Kaisal Azki (7 tahun). Pendidikan sarjana ditempuh di Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, lulus pada tahun 2000. Pada tahun 2003, penulis diterima di Program Studi Ilmu Perairan pada Program Pascasarjana IPB dan menamatkannya pada tahun 2005. Kesempatan untuk melanjutkan ke program doktor pada Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Perairan pada perguruan tinggi yang sama diperoleh pada tahun 2011. Beasiswa pendidikan pascasarjana diperoleh dari Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi.

Penulis bekerja sebagai staf dosen di Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang, Sumatera Selatan. Bidang keahlian yang menjadi tanggung jawab penulis yaitu kualitas air dan lingkungan perairan.

Selama mengikuti program S-3, penulis menjadi anggota Asia-Pacific Chemical, Biological & Environmental Engineering Society (APCBEES). Karya ilmiah berjudul "Water Quality Index of Floodplain River, Lubuk Lampam, South Sumatera" telah disajikan pada 2014 4<sup>th</sup> International Conference on Environmental and Agriculture Engineering (ICEAE 2014) di Singapura. Artikel tersebut terpilih sebagai salah satu artikel yang diterbitkan dalam International Journal of Environmental Science and Development (IJESD). Artikel lain berjudul "Karakteristik kualitas air dan estimasi risiko ekobiologis herbisida di perairan rawa banjir Lubuk Lampam, Sumatera Selatan" diterbitkan pada Jurnal Manusia dan Lingkungan Pusat Studi Lingkungan Hidup - Universitas Gajah Mada (terakreditasi DIKTI). Artikel lain berjudul "Trophic State of Floodplain River, Lubuk Lampam South Sumatera Indonesia" masih dalam proses review pada Makara Journal of Sciences (terakreditasi DIKTI). Karya-karya ilmiah tersebut merupakan bagian dari program S-3 penulis.

