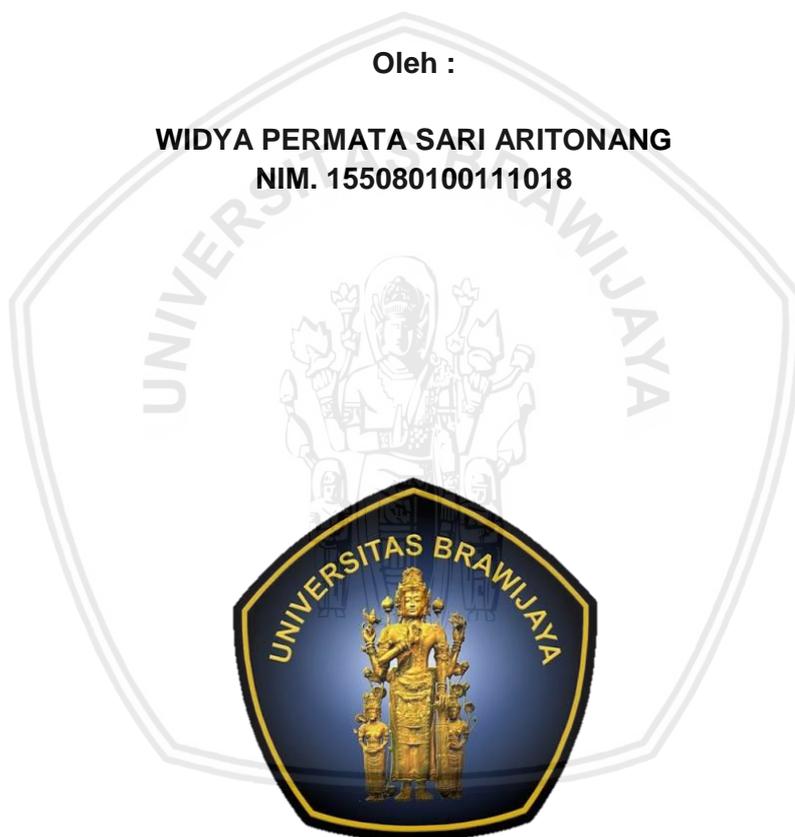


**ANALISIS SPASIAL TSS DAN KLOOROFIL-A SECARA *IN SITU* DAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 OLI DI PESISIR DUSUN KEPETINGAN,
KECAMATAN BUDURAN, KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh :

**WIDYA PERMATA SARI ARITONANG
NIM. 155080100111018**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

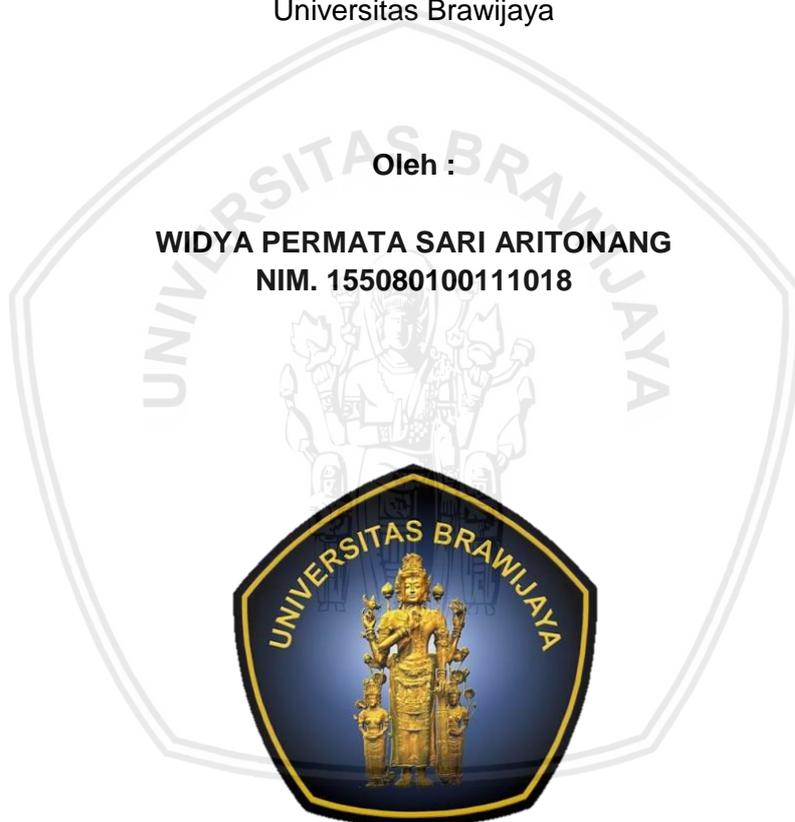
**ANALISIS SPASIAL TSS DAN KLOOROFIL-A SECARA *IN SITU* DAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 OLI DI PESISIR DUSUN KEPETINGAN,
KECAMATAN BUDURAN, KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya

Oleh :

**WIDYA PERMATA SARI ARITONANG
NIM. 155080100111018**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

ANALISIS SPASIAL TSS DAN KLOROFIL-A SECARA *IN SITU* DAN
MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8 OLI DI PESISIR DUSUN KEPETINGAN,
KECAMATAN BUDURAN, KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR

Oleh :

WIDYA PERMATA SARI ARITONANG
NIM. 155080100111018

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal : 12 JUL 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si
NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal : 12 JUL 2019



LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Analisis Spasial TSS dan Klorofil-a secara *In Situ* dan Menggunakan Citra Landsat 8 OLI di Pesisir Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur

Nama Mahasiswa : Widya Permata Sari Aritonang

NIM : 155080100111018

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS

Dosen Penguji 2 : Arief Darmawan, S.Si, M.Sc

Tanggal Ujian : 25 Juni 2019

PERNYATAAN ORISINALITAS

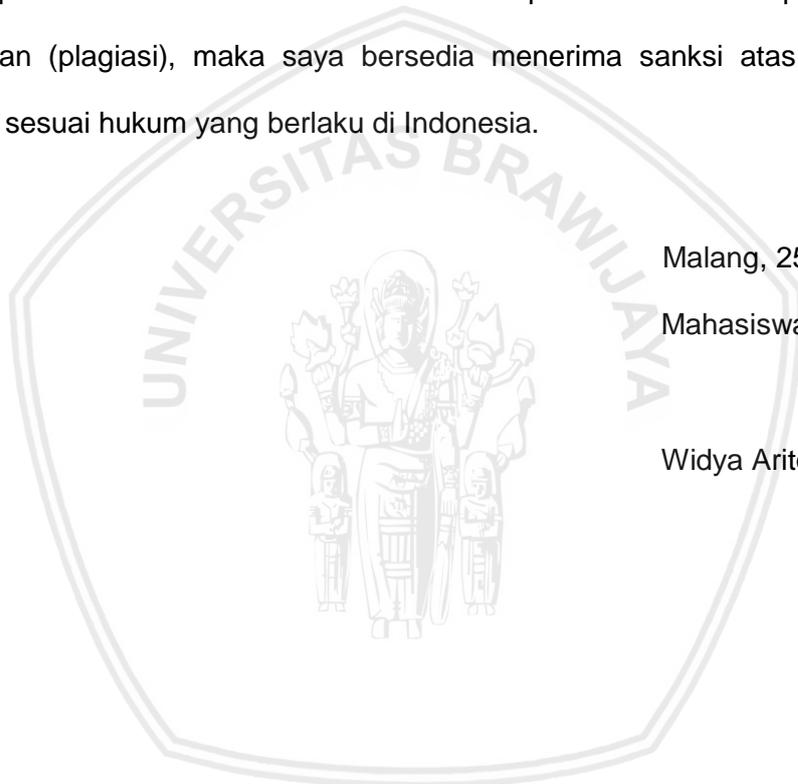
Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 25 Juni 2019

Mahasiswa,

Widya Aritonang



UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan karunia-Nya yang melimpah di hidupku dan curahan Roh Kudus yang turun atasku karena aku boleh ada sampai hari ini berkat kebaikan dan kemurahan Tuhan.
2. Bapak Dr. Ir. M. Firdaus, MP selaku ketua jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK Universitas Brawijaya Malang.
3. Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan kesediaan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Kedua orang tua Bapak S. Aritonang dan Ibu Rotua Sitohang yang selalu memberikan dukungan material maupun spiritual selama masa perkuliahan sampai dengan terselesaikannya skripsi ini. Mama yang selalu cerewet lebih dulu ketika ada biaya tambahan tapi ujung-ujungnya dikasih juga. Bapak yang selalu membela ketika ada permintaan berlebih dan tempat bertukar pikiran selama studi disini.
5. Sister terkasih Mei Dita Clara Aritonang yang selalu menyemangati dan menjadi buku harian terbaik dalam mendengarkan keluh kesah terselesaikannya perskripsian ini satu kalimat motivasional yang pernah sist bilang "Skripsi kalau terlalu lancar gak seru gak ada yang mau diingat" terkesan humor tapi sungguh membangun semangat.
6. Teman-teman MSP 2015 (Arcana) yang senantiasa membantu dan memberi informasi terkait skripsi bahkan dari jaman maba.
7. Sister-sister tercinta selama di Malang Ketr iwani Panggabean dan Wifi Pasaribu menjadi rumah terbaik dalam bergosip dan selalu menjadi tempat

penguatan terbaik ketika ada pergumulan silih berganti, kita yang senantiasa saling mendoakan dalam setiap masalah. Kalimat motivasional Keke “Kalau berdoa harus spesifik beb, biar Tuhan gak menebak-nebak” yang selalu terngiang dipikiranku tiap kali aku berdoa. Setiap kali kumerasa pesimis kalimat sister Wifi yang selalu kuingat “Jangan turunkan mimpimu jen, tapi tingkatkan usahamu untuk menggapai mimpimu”.

8. Teman satu atap Angela Sinabariba dan Putri Sianturi, teman berkelahi juga tak lupa, tapi kita tetap saling menyayangi walaupun kadang-kadang. Teman menghabiskan uang, waktu tapi tidak tenaga karna kita sama sekali tidak pernah olahraga bersama.
9. Sobat sedari semester satu yang sudah saling mengajarkan untuk optimis dan rajin semasa kuliah Theresia Sihombing, Rafiq Aziz dan Trinita Gultom. Kita yang selalu saling telfon-menelfon ketika ada praktikum pagi-pagi ataupun kelas pengganti, yang selalu sedia memberi bantuan dikala otak sudah penat ataupun tidak bisa bangun dan selalu sedia makan bersama menunggu kelas selanjutnya.
10. Martina Ketaren alias gonjay teman ketemu kuliah padahal kita satu SMA, teman sepanitia dan organisasi dimanapun.
11. Adik-adik satu atap Febrianty, Raina, Lestari dan Juli yang selalu mengrecoki, teman berebut kamar mandi serta teman memenuhi pesanan makanan *online*.

Malang, 25 Juni 2019

Widya Aritonang

RINGKASAN

Widya Aritonang. Analisis Spasial TSS dan Klorofil-a Secara *In Situ* dan Menggunakan Citra Landsat 8 OLI di Pesisir Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si**)

Wilayah pesisir merupakan kawasan pertemuan antara daratan dan lautan yang bersifat dinamis dan rentan terhadap perubahan lingkungan. Salah satu akibat perubahan kawasan pesisir adalah sedimentasi yang menghasilkan padatan tersuspensi (TSS). Pengukuran TSS dan klorofil-a dapat dilakukan secara langsung (*in situ*) dan tidak langsung yaitu dengan pemanfaatan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit. Salah satu citra satelit yang dapat dipergunakan ialah Landsat 8 OLI. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kondisi TSS dan klorofil-a di perairan, menganalisis akurasi data citra satelit dengan data *in situ* dan menganalisis hubungan antara TSS dan klorofil-a. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 07 Maret 2019 di perairan pesisir Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dan Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta, Malang. Data citra Landsat 8 OLI yang digunakan pada tanggal 08 April 2019. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif. Pengambilan sampel dilakukan pada enam titik *sampling*. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, kecerahan, pH, nitrat, fosfat, salinitas dan kelimpahan fitoplankton. Analisis data menggunakan regresi linier sederhana dengan *software* Ms Excel dan analisis data citra menggunakan aplikasi Quantum GIS. Pengambilan air sampel secara *in situ* dilakukan satu kali kemudian dilakukan analisis di Laboratorium. Hasil penelitian diperoleh nilai TSS berkisar 66,1-112,4 mg/l dengan rata-rata 85,58 mg/l, konsentrasi klorofil-a *in situ* berkisar 0,11-0,65 mg/m³ dengan rata-rata 0,34 mg/m³. Hasil pengukuran *in situ* dan data citra kemudian dihitung nilai RMSE, TSS sebesar 39,35 dan klorofil-a sebesar 1,32. Nilai RMSE yang tinggi pada penelitian ini dipengaruhi oleh perbedaan waktu antara pengambilan sampel dengan perekaman citra. Selain itu terdapat adanya pengaruh tutupan awan tipis dan cuaca yang kurang baik sehingga pengambilan citra dan data *in situ* tidak dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan. Hasil pengukuran parameter kualitas air didapatkan suhu berkisar 27,9-29,3°C, kecerahan berkisar 20-50 cm, pH berkisar 7,2-7,4, konsentrasi nitrat berkisar 2,898-8,84 mg/l, konsentrasi fosfat berkisar 0,3052-3,826 mg/l dan salinitas berkisar 17-29 ppt. Hasil pengukuran *in situ* TSS dan klorofil-a kemudian dilakukan analisis regresi linier didapatkan hasil 79,04%, dapat disimpulkan bahwa TSS memiliki pengaruh yang kuat terhadap konsentrasi klorofil-a di perairan. Berdasarkan KEPMEN LH No. 54 Tahun 2001 terdapat beberapa parameter seperti TSS, nitrat dan fosfat yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Perairan pesisir Dusun Kepetingan memiliki tingkat kesuburan yang rendah berdasarkan konsentrasi klorofil-a. Penelitian selanjutnya dapat melakukan pemantauan secara berkala dan intensif terhadap kualitas air pesisir serta melakukan penyuluhan dan sosialisasi kepada warga sekitar Dusun Kepetingan mengenai pentingnya menjaga lingkungan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan dengan judul **“Analisis Spasial TSS dan Klorofil-a Secara *In Situ* dan Menggunakan Citra Landsat 8 OLI di Pesisir Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan usulan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan memberikan informasi yang dibutuhkan pembaca pada umumnya.

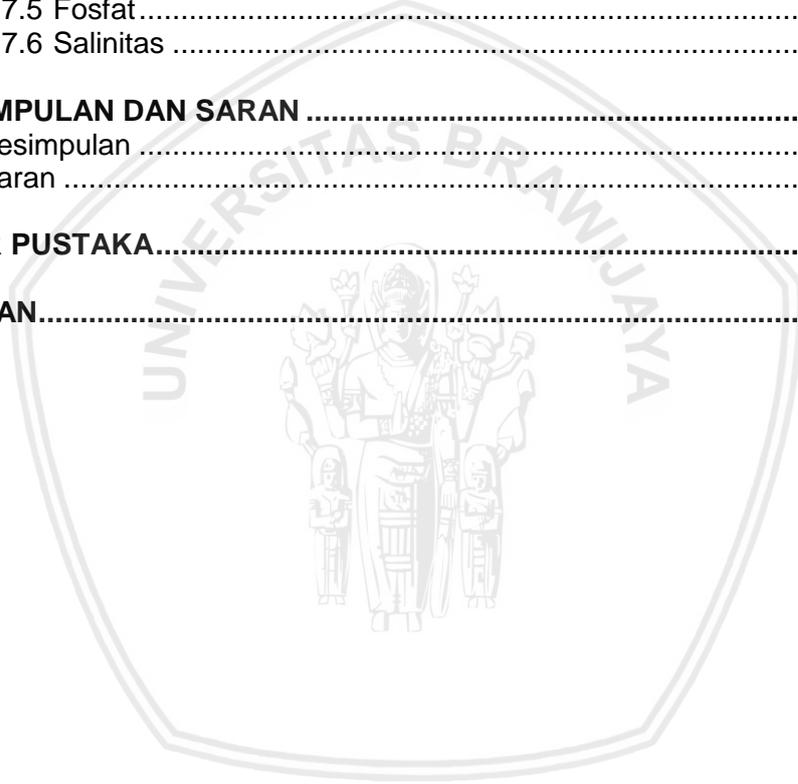
Malang, 25 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	4
1.5 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pesisir	6
2.2 Fitoplankton.....	7
2.3 Klorofil-a	8
2.4 Parameter Pendukung Kehidupan Fitoplankton.....	9
2.4.1 Parameter Fisika	9
2.4.2 Parameter Kimia	11
2.5 Penginderaan Jauh	14
2.5.1 Satelit Landsat 8 OLI TIRS.....	16
2.5.2 Sensor OLI dan TIRS	17
2.5.3 Penggunaan Algoritma dalam Mengekstrak Nilai TSS dan Klorofil-a Data Citra Landsat 8 OLI	18
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	21
3.1 Materi Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	21
3.4 Metode Penelitian.....	21
3.5 Data Penelitian	22
3.5.1 Data Primer	22
3.5.2 Data Sekunder	23
3.6 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	23
3.7 Tahapan Penelitian	24
3.7.1 Teknik Pengambilan Sampel.....	26
3.7.2 Teknik Pengolahan Data	26
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	39
4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel.....	40
4.3 Hasil Pengukuran TSS	41

4.3.1 Analisis TSS Berdasarkan Data <i>In Situ</i>	41
4.3.2 Analisis TSS Berdasarkan Data Citra	44
4.3.3 Uji Akurasi TSS Data <i>In Situ</i> dengan Data Citra	46
4.4 Hasil Pengukuran Klorofil-a	47
4.4.1 Analisis Klorofil-a Data <i>In Situ</i>	48
4.4.2 Analisis Klorofil-a Data Citra	50
4.4.3 Uji Akurasi Klorofil-a Data <i>In Situ</i> dengan Data Citra	52
4.5 Sebaran TSS dan Klorofil-a di Perairan Pesisir Dusun Kepetingan	53
4.6 Hubungan TSS dan Klorofil-a	54
4.7 Parameter Kualitas Air.....	55
4.7.1 Suhu	56
4.7.2 Kecerahan.....	57
4.7.3 pH	58
4.7.4 Nitrat	59
4.7.5 Fosfat.....	61
4.7.6 Salinitas	63
5. KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Landsat-8 OLI	16
2. Spesifikasi Kanal-kanal Sensor Landsat 8 OLI.....	17
3. Penggunaan Kombinasi Band Citra Landsat 8.....	18
4. Kelebihan dan Kekurangan Algoritma.....	20
5. Titik Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel	23
6. Deret Standar Nitrat.....	31
7. Deret Standar Fosfat.....	33
8. Titik Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel	40
9. Konsentrasi TSS berdasarkan Data In Situ dan Citra.....	41
10. Konsentrasi Klorofil-a berdasarkan Data In Situ dan Citra.....	47
11. Pedoman Interpretasi terhadap Kofisien Korelasi	55
12. Hasil Pengukuran Kualitas Air.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Proses Fotosintesis.....	7
2. Klorofil-a	8
3. Prinsip pada Penginderaan Jauh	15
4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	24
5. Alur Tahapan Penelitian.....	25
6. Alur Tahapan Pengolahan Data Citra	35
7. Muara Sungai Ketingan	40
8. Grafik Nilai TSS	42
9. Peta Interpolasi TSS Berdasarkan Data In Situ.....	43
10. Peta Sebaran TSS Berdasarkan Data Citra	44
11. Grafik Konsentrasi TSS Data Citra.....	45
12. Grafik Perbandingan Nilai TSS Insitu dan Data Citra	46
13. Grafik Konsentrasi Klorofil-a	48
14. Peta Interpolasi Klorofil-a Insitu.....	49
15. Peta Sebaran Klorofil-a Berdasarkan Data Citra Landsat 8 OLI.....	50
16. Grafik Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Data Citra.....	51
17. Grafik Perbandingan Klorofil-a Data Insitu dan Data Citra.....	52
18. Grafik Hubungan TSS dan Klorofil-a	54
19. Grafik Nilai Suhu.....	56
20. Grafik Nilai Kecerahan	57
21. Grafik Nilai pH.....	59
22. Grafik Konsentrasi Nitrat	60
23. Grafik Konsentrasi Fosfat.....	61
24. Grafik Nilai Salinitas.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Fungsi Alat dan Bahan.....	76
2. Data Kualitas Air.....	77
3. Hasil Pengukuran TSS dan Klorofil-a.....	77
4. Batas Dusun Kepetingan	78
5. Peta Lokasi Penelitian	79
6. Perhitungan RMSE TSS dan Klorofil-a	80
7. Dokumentasi Penelitian	81



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki garis pantai sepanjang 99.093 km dan kurang lebih 70% dari total luas wilayahnya terdiri atas lautan dengan daerah sekitar pesisir tergenang air yang dipengaruhi oleh adanya pasang surut air laut (Utami *et al.*, 2016). Kawasan pesisir merupakan daerah pertemuan dinamis antara daratan dan lautan yang mendapat pengaruh dari aktivitas manusia baik secara sosial maupun ekonomi (Thoah, 2007). Kawasan pesisir dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk berbagai kegiatan seperti penangkapan ikan, keramba, pertanian, transportasi, pariwisata, pemukiman dan tempat pembuangan limbah. Salah satunya adalah kawasan pesisir yang berada di Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran yang mendapat masukan dari muara sungai Ketingan sebagai jalur utama menuju pesisir.

Pemanfaatan kawasan pesisir secara intensif yang kurang memperhatikan prinsip ekologi kemudian akan mempengaruhi keberlanjutan ekosistem pesisir dan menimbulkan berbagai dampak seperti pencemaran, degradasi fisik habitat, *overfishing* dan abrasi pantai. Salah satu permasalahan lingkungan adalah adanya pencemaran di kawasan pesisir akibat aktivitas manusia (Febrianna *et al.*, 2017). Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme dan lingkungan laut serta dapat mengurangi nilai estetika kawasan pesisir akibatnya dapat merugikan secara sosial dan ekonomi. Dampak pencemaran perairan pesisir dapat berupa proses sedimentasi dan eutrofikasi (Faizal dan Jompa, 2010). Sedimentasi yang tinggi ditandai dengan tingginya kekeruhan di perairan tersebut.

Sedimentasi merupakan proses pengangkutan material tersuspensi oleh gerakan air dan angin yang mengendap (Mokonio, 2013). Material tersuspensi

atau *total suspended solid* (TSS) yang terdiri atas lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik sebagian besar disebabkan oleh adanya erosi atau pengikisan tanah yang terbawa bersama aliran air (Andini *et al.*, 2015). Kekeruhan yang tinggi menandakan tingginya konsentrasi TSS di perairan tersebut. Kekeruhan yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya proses fotosintesis, karena adanya penutupan (*block*) penetrasi cahaya ke air sehingga mengurangi *supply* oksigen (Effendi, 2000). Cahaya digunakan oleh fitoplankton sebagai sumber energi untuk melakukan proses fotosintesis (Wirasatrya, 2011). Terganggunya proses fotosintesis di perairan dapat mengurangi ketersediaan oksigen dan menyebabkan ikan-ikan menjadi mati.

Proses fotosintesis di perairan membutuhkan klorofil yang terdapat dalam fitoplankton (Abida, 2010). Klorofil merupakan pigmen yang berperan dalam menyerap cahaya dan fotokimia pada tumbuhan tingkat rendah seperti fitoplankton (Tambaru, 2008). Fitoplankton sebagai produsen primer di perairan berperan sangat penting karena dapat dijadikan sebagai indikator perubahan kualitas air. Kelimpahan fitoplankton di perairan dapat diketahui dari kandungan klorofilnya. Konsentrasi klorofil dapat dideteksi menggunakan teknik penginderaan jauh. Teknologi yang dapat digunakan untuk *monitoring* kualitas air adalah pengolahan data citra satelit penginderaan jauh (Safitri, 2014).

Pengukuran padatan tersuspensi dan klorofil-a dapat dilakukan secara langsung (*in situ*) dan tidak langsung yakni dengan teknologi penginderaan jauh menggunakan citra satelit (Tangke *et al.*, 2015). Pengolahan data citra satelit mengenai variasi warna perairan (*ocean color*) yang dilakukan sebagai implementasi adanya perbedaan kandungan material organik dan anorganik dalam perairan. Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh cukup efisien untuk menduga konsentrasi padatan tersuspensi dan klorofil-a. Gabungan material organik dan anorganik yaitu *total suspended solid* (TSS) dan klorofil-a dapat

berguna sebagai indikator adanya perubahan kualitas air di kawasan pesisir (Hermawan, 2012). Penginderaan jauh dapat memberi gambaran mengenai kawasan pesisir melalui inventarisasi data kualitas air, *monitoring* perubahan kualitas air dan pengelolaan wilayah tersebut. Citra satelit dapat menggambarkan kenampakan di bumi secara keseluruhan sehingga dapat digunakan untuk mengamati perubahan yang terjadi pada perairan terbuka seperti kawasan pesisir (Ambarwulan *et al.*, 2003).

Pesisir Dusun Kepetingan terletak di Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Desa Sawohan memiliki luas 1.041,71 Ha dengan jumlah penduduk sebanyak 3.043 jiwa (BPS, 2018). Kabupaten Sidoarjo terletak pada 112°5' - 112°9' BT dan 7°3' - 7°5' LS, memiliki luas wilayah sebesar 714.243 km² dengan 29,99% daerahnya merupakan daerah pantai (BPS, 2018). Pesisir Dusun Kepetingan berbatasan langsung dengan Selat Madura. Kawasan pesisir Dusun Kepetingan mendapatkan pengaruh lingkungan dari aktivitas manusia. Adanya aktivitas masyarakat di sepanjang sungai akan menghasilkan limbah seperti popok bayi, plastik, air buangan tambak serta air bekas cucian yang dapat menambah masukan nutrisi akan terbawa bersama aliran sungai Ketingan (Kuswanto, 2018). Dengan kondisi tersebut diperlukan informasi bagaimana kondisi pesisir secara umum dilihat dari *total suspended solid* (TSS) dan klorofil-a.

1.2 Rumusan Masalah

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yakni suhu permukaan laut, *total suspended solid* (TSS) dan klorofil-a. Rumusan masalah penelitian ini meliputi :

1. Bagaimana sebaran spasial TSS di Pesisir Dusun Kepetingan dengan citra satelit Landsat 8 OLI?

2. Bagaimana sebaran klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan dengan citra satelit Landsat 8 OLI?
3. Bagaimana akurasi data *in situ* dengan data citra satelit Landsat 8 OLI pada TSS dan klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan?
4. Bagaimana hubungan TSS dan klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis sebaran spasial TSS di Pesisir Dusun Kepetingan dengan citra satelit Landsat 8 OLI.
2. Untuk menganalisis sebaran spasial klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan dengan citra satelit Landsat 8 OLI.
3. Untuk menganalisis akurasi data *in situ* dengan data citra satelit Landsat 8 OLI pada TSS dan klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan.
4. Untuk menganalisis hubungan antara TSS dan klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan.

1.4 Kegunaan Penelitian

Data analisis TSS dan klorofil-a yang diperoleh dapat digunakan sebagai informasi bagi kalangan akademisi dalam penentuan penelitian selanjutnya terkait TSS dan klorofil-a dengan menggunakan data citra. Penelitian ini berguna bagi pemerintah dan instansi terkait dalam menyusun rencana pengelolaan sumberdaya perairan mulai dari kawasan muara sungai Ketingan yang memberikan dampak langsung terhadap ekosistem perairan Teluk Permisian di Pesisir Dusun Kepetingan.

1.5 Tempat dan Waktu

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di perairan pesisir Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Sidoarjo, Jawa Timur dengan waktu pengambilan sampel yaitu pada tanggal 07 Maret 2019 dan pengukuran kualitas air dilakukan pada tanggal 07 Maret 2019 di Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta, Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

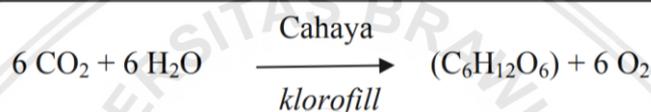
2.1 Pesisir

Wilayah pesisir yang ditetapkan di Indonesia yaitu kawasan pertemuan antara darat dan laut (Ilahude, 2006). Wilayah pesisir adalah daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi di darat dan laut (UU No. 27 Tahun 2007). Menurut Parwali *et al.* (2006), wilayah pesisir ke arah darat meliputi bagian daratan baik kering maupun terendam air yang masih mendapat pengaruh dari laut, sedangkan wilayah pesisir ke arah laut meliputi bagian laut yang masih mendapat pengaruh dari proses-proses alami yang terjadi di darat. Wilayah pesisir adalah lingkungan yang cukup dinamis dan rentan terhadap perubahan lingkungan. Wilayah pesisir merupakan daerah yang memiliki potensi sumberdaya alam yang besar dan membentuk ekosistem yang beragam (Syah, 2010).

Wilayah pesisir terdiri atas ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang (Tangke, 2010). Gabungan ketiga ekosistem tersebut menjadikan wilayah pesisir sebagai daerah yang relatif subur dan produktif. Menurut Parwali *et al.* (2006), wilayah pesisir dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, perembesan air asin dan angin laut, serta dipengaruhi proses yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran. Akibat adanya aktivitas manusia di sekitar sungai dan pesisir yang membawa material organik maupun anorganik bersamaan dengan aliran air kemudian akan terakumulasi di laut sehingga menyebabkan kualitas perairan menurun dan dapat menyebabkan eutrofikasi (Hermawan, 2012). Proses eutrofikasi yang terjadi di perairan dapat menyebabkan *blooming* alga (Samudera *et al.*, 2013).

2.2 Fitoplankton

Plankton merupakan kumpulan organisme berukuran mikroskopis yang hidup melayang mengikuti arus dan terdiri dari fitoplankton dan zooplankton (Odum, 1971). Fitoplankton merupakan organisme autotrof karena mengandung pigmen klorofil-a dan menggunakan unsur hara sebagai energi dengan bantuan cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis (Yulianto, 2018). Keberadaan plankton di perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain cahaya dan ketersediaan zat hara terutama nitrogen (dalam bentuk nitrat) dan fosfor (dalam bentuk fosfat) (Kurniawan, 2016).



Gambar 1. Proses Fotosintesis (Rasyid, 2009)

Energi matahari diserap oleh klorofil agar reaksi kimia yang terjadi dalam proses fotosintesis tersebut dapat berlangsung (Widyorini, 2009). Fitoplankton dapat membentuk ikatan-ikatan organik yang kompleks (glukosa) dari ikatan anorganik sederhana seperti karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O). Fitoplankton berperan penting dalam perairan selain sebagai produsen primer dalam rantai makanan, fitoplankton dapat dijadikan sebagai biota indikator dalam mengukur tingkat kesuburan suatu perairan. Kelimpahan fitoplankton berbanding lurus dengan produktivitas perairan (Yuliana *et al.*, 2012). Produktivitas perairan sangat bergantung pada konsentrasi klorofil, sehingga kadar klorofil dalam volume air tertentu merupakan suatu ukuran bagi biomassa fitoplankton yang terdapat dalam perairan (Widyorini, 2009).

2.3 Klorofil-a

Klorofil-a merupakan pigmen yang terdapat dalam fitoplankton dan dapat digunakan sebagai indikator kesuburan perairan (Nuriya *et al.*, 2010). Klorofil-a berperan penting dalam perairan yakni sebagai katalisator dan menyerap energi cahaya yang digunakan dalam proses fotosintesis (Rasyid, 2009). Konsentrasi klorofil-a yang lebih dari 0,2 mg/l memberikan informasi bahwa jumlah fitoplankton di perairan tersebut masih optimum (Safitri, 2014).



Gambar 2. Klorofil-a (Carlson, 2016)

Konsentrasi klorofil-a yang tinggi di perairan pantai umumnya akibat dari tingginya suplai nutrisi yang berasal dari daratan melalui limpasan air sungai (*runoff*), namun sebaliknya cenderung rendah pada daerah lepas pantai. Meskipun demikian pada beberapa titik masih mengandung konsentrasi klorofil-a yang cukup tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh proses sirkulasi massa air yang membawa sejumlah nutrisi dari titik lain seperti yang terjadi pada daerah *upwelling* (Aryawati dan Thoha, 2011). Kelimpahan fitoplankton dan klorofil-a berkaitan erat dengan kondisi biologis perairan. Parameter yang dapat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a antara lain intensitas cahaya, suhu, salinitas, arus, nutrisi dan pH (Aryawati dan Thoha, 2011).

2.4 Parameter Pendukung Kehidupan Fitoplankton

Terdapat beberapa parameter yang dapat mempengaruhi kualitas air di perairan yang terbagi menjadi parameter fisika dan kimia.

2.4.1 Parameter Fisika

Parameter fisika yang mendukung antara lain *total suspended solid* (TSS), suhu dan kecerahan.

a. *Total Suspended Solid* (TSS)

Total suspended solid atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang terdapat dalam badan air, termasuk partikel (tanah liat, pasir dan lumpur), alga plankton dan zat lainnya yang berukuran antara 0,004 mm (tanah liat) hingga 1,00 mm (pasir) (Riswana *et al.*, 2017). Menurut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004, tentang baku mutu air laut nilai optimum TSS di perairan adalah 20 mg/l. Nilai TSS yang tinggi disebabkan oleh kikisan atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Proses pengadukan yang terjadi di sepanjang aliran sungai akan membawa material seperti padatan tersuspensi menuju kawasan pesisir.

Tingginya nilai *total suspended solid* (TSS) di suatu perairan dapat menyebabkan berkurangnya oksigen dalam badan air akibat menurunnya proses fotosintesis yang membutuhkan cahaya matahari (Budhiman, 2005). Konsentrasi TSS yang tinggi akan meningkatkan kekeruhan dalam badan air serta dapat mengurangi penetrasian cahaya matahari ke dalam perairan dan secara langsung mempengaruhi aktivitas fitoplankton dalam melakukan fotosintesis (Wisha *et al.*, 2016). Padatan tersuspensi di perairan dapat berupa lumpur, tanah liat, pasir, komponen hidup (biotik) seperti plankton dan bakteri, serta komponen tak hidup (abiotik) seperti jasad renik dan partikel anorganik lainnya (Sulma *et al.*, 2008).

b. Suhu

Suhu merupakan derajat panas dinginnya suatu perairan yang bersumber dari cahaya matahari yang masuk dan diserap pada badan air (Efendi, 2003).

Variasi suhu di perairan disebabkan oleh adanya angin muson, El-Nino dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) (Susanto *et al.*, 2002). Faktor lain yang mempengaruhi suhu permukaan laut antara lain arus, padatan tersuspensi, gelombang, gerakan konveksi, *upwelling*, divergensi, pembekuan dan pencairan es di daerah kutub (Habibie dan Nuraini, 2014).

Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi kehidupan organisme laut. Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut serta peningkatan kadar karbondioksida yang mempengaruhi laju metabolisme dan konsumsi oksigen (Affan, 2011). Perubahan suhu mempengaruhi proses fotosintesis yang menggunakan energi dari cahaya matahari dalam menghasilkan oksigen (Warman, 2015). Perubahan suhu dapat mempengaruhi proses metabolisme, distribusi ikan dan rantai makanan yang membutuhkan oksigen (Nybakken, 1988).

c. Kecerahan

Kecerahan menunjukkan sampai sejauh mana penetrasian cahaya matahari dapat menembus badan air (Effendi, 2003). Air pada perairan bersifat menyerap cahaya sehingga semakin kecil cahaya terserap ke dasar air maka semakin sedikit suatu organisme dapat menerima cahaya (Kurniawan, 2016). Kecerahan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh cuaca, kekeruhan, waktu pengukuran dan padatan tersuspensi (TSS). Kecerahan di suatu perairan pada umumnya bergantung pada bahan-bahan tersuspensi di dalamnya baik dalam bentuk organik maupun anorganik. Pada perairan pantai seperti pesisir Kepetingan kekeruhan air sangat dipengaruhi oleh kontribusi suspensi dari sungai yang terbawa oleh arus sepanjang pantai (*longshore current*). Kecerahan juga dapat dipengaruhi oleh pengadukan gelombang terhadap sedimen pantai (Tarigan dan Edward, 2011).

Kecerahan dan kekeruhan secara tidak langsung mempengaruhi tinggi rendahnya kandungan klorofil-a. Kecerahan yang rendah atau kekeruhan yang cukup tinggi dapat menghambat penetrasian cahaya ke dalam air dan dapat mengganggu proses fotosintesis oleh fitoplankton (Heriza *et al.*, 2018). Berdasarkan KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004 bahwa baku mutu kecerahan untuk biota laut adalah >3 m.

2.4.2 Parameter Kimia

Parameter kimia yang dapat mendukung antara lain nitrat, fosfat, pH dan salinitas.

a. Nitrat

Nitrat (NO_3) merupakan bentuk utama unsur nitrogen di perairan alami serta nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga (Mustofa, 2015). Nitrat nitrogen bersifat stabil dan mudah larut di dalam air. Nitrat dihasilkan melalui proses denitrifikasi sempurna unsur nitrogen dengan bantuan bakteri di perairan (Effendi, 2003). Sumber nitrat di perairan adalah buangan pertanian, pupuk, buangan industri bahan peledak, cat, kotoran hewan dan manusia, sisa-sisa organisme yang telah mati, dekomposisi tumbuhan yang terbawa oleh limpasan air (Ali *et al.*, 2013).

Kadar nitrat di perairan relatif rendah, namun kadar nitrat dapat menjadi tinggi pada kawasan perairan yang dekat dengan areal pertanian yang menggunakan pupuk dengan kandungan nitrat. Tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton bergantung pada zat hara salah satunya nitrat, sehingga senyawa nitrat sering dijadikan faktor pembatas produktivitas primer di suatu perairan (Mustofa, 2015). Akibat adanya aktivitas manusia di sekitar sungai dan pesisir seperti pertanian dan tambak yang membawa material organik maupun anorganik bersamaan dengan aliran air kemudian akan terakumulasi di laut sehingga memicu pengkayaan nutrisi atau eutrofikasi (Hermawan, 2012).

b. Fosfat

Unsur fosfor di perairan banyak ditemukan dalam bentuk fosfat dalam bentuk organik maupun anorganik (Mustofa, 2015). Fosfat (PO_4) merupakan unsur penting bagi perairan dalam bentuk senyawa anorganik (Mutmainah dan Adnan, 2017). Senyawa fosfat di tanah bersifat tidak stabil disebabkan berbentuk mineral yang sangat reaktif terhadap air mengalir. Unsur ini mudah mengalami proses pengikisan, pengenceran dan pelapukan karena limpasan air. Selama proses tersebut maka mineral fosfat akan terurai menjadi ion fosfat yang menjadi salah satu zat hara bagi pertumbuhan fitoplankton (Santoso, 2007). Ion fosfat memegang peranan penting bagi proses fotosintesis di perairan.

Peranan fosfat didalam sedimen adalah sebagai unsur yang penting bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup bagi organisme di dalamnya. Kelebihan unsur fosfat di perairan dapat menyebabkan pengkayaan zat hara (Arizuna *et al.*, 2014). Pengkayaan nutrien di perairan memiliki dampak positif namun pada tingkata tertentu juga dapat menimbulkan dampak negatif. Dampak positifnya adalah terjadi peningkatan produksi fitoplankton, sedangkan dampak negatifnya adalah terjadinya penurunan kandungan oksigen di perairan, penurunan biodiversitas dan terkadang dapat meningkatkan potensi muncul dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya yang lebih dikenal dengan *Harmful Algal Blooms* (Risamasu dan Prayitno, 2011).

c. pH

Derajat keasaman (pH) menggambarkan konsentrasi ion hidrogen juga berkaitan erat dengan karbondioksida dan alkalinitas di perairan (Effendi, 2003). Derajat keasaman (pH) memiliki peran sebagai indikator kualitas perairan. Tinggi rendahnya pH dapat terjadi akibat melimpahnya senyawa kimia baik yang bersifat polutan maupun bukan. Nilai pH perairan beragam mulai dari hulu sungai menuju muara sungai hingga laut, semakin ke arah laut nilai pH semakin tinggi

(bersifat basa) (Susana, 2009). Nilai pH di perairan dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, salah satunya adalah bahan kimia yang terkandung dalam deterjen dapat menyebabkan berkurangnya nilai pH (Santoso, 2007).

Air laut memiliki nilai pH lebih besar dari tujuh (>7) dan cenderung bersifat basa, namun pada kondisi tertentu nilai pH dapat menjadi lebih rendah dari 7 dan cenderung bersifat asam (Susana, 2009). Perubahan nilai pH perairan terhadap organisme akuatik memiliki rentang tertentu dengan nilai pH yang beragam bergantung pada suhu air laut, konsentrasi oksigen terlarut serta adanya kation dan anion. pH suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang dapat menunjukkan kestabilan perairan. Nilai pH suatu perairan pada umumnya berkisar 4 – 9. Nilai pH pada kawasan estuari lebih rendah karena kandungan bahan organik yang cukup tinggi (Simanjuntak, 2009). Nilai pH akan mempengaruhi proses-proses biokimia di perairan seperti proses nitrifikasi akan berhenti jika pH rendah (Effendi, 2003).

d. Salinitas

Salinitas merupakan kadar garam yang terlarut dalam air dan memiliki satuan per mil (‰) yakni jumlah berat total (gr) material padat seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air laut (Himmaty dan Endarko, 2013). Kisaran salinitas air laut adalah 30 – 35‰, estuari 5 – 35‰ dan air tawar 0,5 – 5 ‰ (Nybakken, 1992). Menurut Tarigan dan Edward (2000), bahwa faktor yang dapat mempengaruhi salinitas di perairan adalah temperatur udara, cuaca panas yang akan mengakibatkan tingkat penguapan tinggi. Adanya pergerakan air tawar secara terus menerus dari hulu dan adanya pergerakan air laut akibat pasang-surut (pasut) dapat mengakibatkan terjadinya perubahan salinitas (Septiani *et al.*, 2014). Musim dapat mempengaruhi perubahan salinitas, pada musim kemarau volume air sungai berkurang sehingga menyebabkan salinitas di wilayah pesisir meningkat (Riyadi *et al.*, 2005). Sebaliknya salinitas akan menurun disebabkan

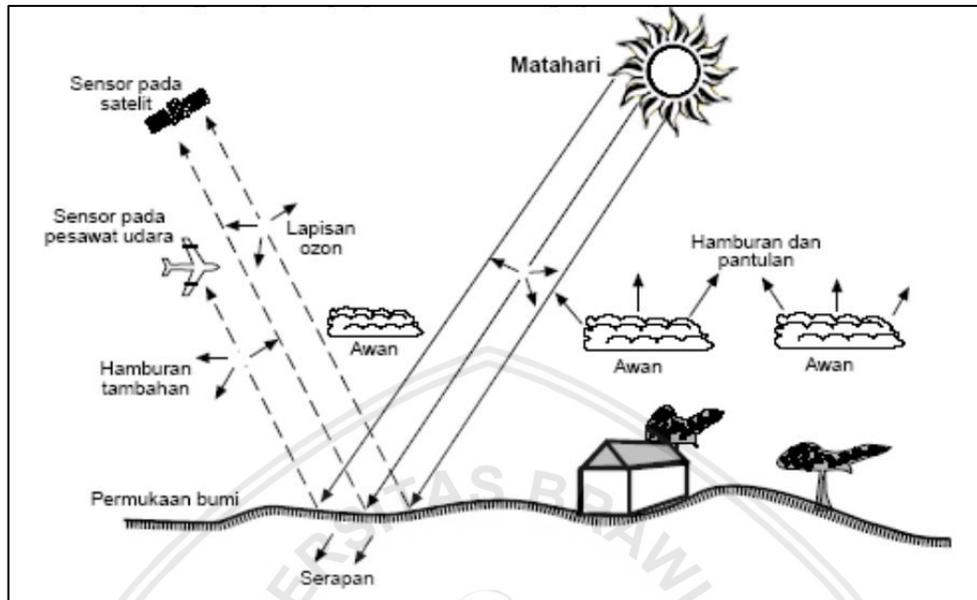
karena adanya pengenceran saat musim hujan (Supriadi, 2001). Salinitas yang sesuai bagi kehidupan fitoplankton adalah $>20\text{‰}$ yang memungkinkan fitoplankton dapat bertahan hidup, memperbanyak diri dan aktif melakukan proses fotosintesis (Yuliana *et al.*, 2012).

2.5 Penginderaan Jauh

Menurut Sutanto (1986), penginderaan jauh merupakan metode yang dikembangkan untuk memperoleh dan menganalisa informasi tentang kenampakan muka bumi. Informasi tersebut dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan dari permukaan bumi. Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk memperoleh informasi mengenai sebuah objek, daerah atau fenomena melalui analisis data dengan suatu alat tanpa perlu kontak langsung dengan objek terkait (Lilesand *et al.*, 2004). Penggunaan data citra penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) memiliki peran penting sebagai metode yang efektif dan efisien dalam menyediakan data yang meliputi kawasan pesisir dan dinamika yang terjadi (Kasim, 2012). Penggunaan data satelit penginderaan jauh memiliki beberapa kelebihan diantaranya cakupan wilayah yang luas, perulangannya yang tinggi dan memudahkan dalam menganalisis spasial (Nurandani *et al.*, 2013).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dapat diaplikasikan untuk mengetahui kualitas perairan melalui beberapa parameter seperti *total suspended solid* (TSS) dan klorofil-a (Utami *et al.*, 2016). Pengolahan data citra memerlukan koreksi agar hasil citra yang diperoleh sesuai dengan nilai *in situ* (lokasi sebenarnya), namun dalam penggunaan citra satelit masih terdapat kesalahan geometrik di lapangan. Akurasi data lebih rendah apabila dibandingkan dengan data *in situ*, hal tersebut disebabkan terbatasnya sifat

gelombang elektromagnetik dan jarak yang cukup jauh antara sensor dengan benda yang diamati (Safitri, 2014).



Gambar 3. Prinsip pada Penginderaan Jauh (Syah, 2010)

Dalam sistem penginderaan jauh terdapat 4 komponen utama yaitu sumber energi, interaksi energi dengan atmosfer, sensor sebagai alat mendeteksi informasi dan objek yang menjadi sasaran pengamatan. Penginderaan jauh bergantung pada energi gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik (GEM) dapat berasal dari banyak hal, namun yang terpenting dalam penginderaan jauh adalah sinar matahari. Penginderaan jauh sebagai teknologi untuk mendeteksi atau mengukur objek atau fenomena di bumi tanpa menyentuh objek itu sendiri memerlukan kamera untuk menangkap pantulan sinar dari objek tersebut. Untuk itu digunakan kamera yang terpasang pada wahana ruang angkasa yang diluncurkan dan sering disebut sebagai satelit. Kamera yang dipasang pada satelit berfungsi sebagai indera penglihatan yang melakukan perekaman terhadap permukaan bumi pada saat satelit tersebut beredar mengitari bumi menurut garis orbit atau garis edarnya. Sensor yang terdapat pada kamera akan mendeteksi informasi permukaan bumi melalui energi radiasi matahari yang dipantulkan oleh permukaan ke atas, data energi

pantulan radiasi ini diolah menjadi gejala listrik dan data dikirim ke stasiun pengolahan satelit yang ada di bumi. Pada lingkungan laut, GEM pada panjang gelombang tertentu mengalami transmisi, sehingga energi yang diterima sensor dapat berasal dari permukaan, material pada kolom air dan material dasar (Syah, 2010).

2.5.1 Satelit Landsat 8 OLI TIRS

Spesifikasi satelit Landsat 8 OLI dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Spesifikasi Landsat-8 OLI

Spesifikasi	Landsat-8 OLI
Jenis Orbit	Mendekati lingkaran sinkron matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi katulistiwa (<i>Local Time on Descending Node-LTDN</i>) nominal	Jam 10:00 s.d 10:15 pagi

Sumber: Sitanggang (2010)

Satelit LDCM (Landsat 8) dirancang membawa sensor pencitra OLI (*Operational Land Imager*) dan TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) yang memiliki 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak reflektif, akan merekam panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek yang terdapa pada permukaan bumi. Sensor pencitra OLI memiliki kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper Plus*) dari Landsat 7, namun sensor pencitra OLI ini memiliki kanal baru yakni kanal-1:443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9:1375 nm untuk deteksi *cirrus*. Kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI diperoleh dari sensor pencitra TIRS (NASA, 2008). Pada **Tabel 1** dapat diketahui bahwa Landsat 8 hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Satelit Landsat 8 terbang pada ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area *scan* seluas 170 km x 183 km (USGS, 2013).

2.5.2 Sensor OLI dan TIRS

Satelit LDCM (Landsat-8) dirancang membawa sensor pencitra OLI (*Operational Land Imager*) dan TIRS (*Thermal Infrared Sensor*). Data Landsat TM (*Thematic Mapper*) dan OLI memiliki resolusi 30 dan 15 m.

Tabel 2. Spesifikasi Kanal-kanal Sensor Landsat 8 OLI

Sensor	Band	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi (meter)
Operational Land Imager (OLI)	Band 1 - Coastal/ Aerosol	0.433 – 0.453	30
	Band 2 - Blue	0.450 – 0.515	30
	Band 3 - Green	0.525 – 0.600	30
	Band 4 - Red	0.630 – 0.680	30
	Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.845 – 0.885	30
	Band 6 – SWIR 1	1.560 – 1.660	30
	Band 7 – SWIR 2	2.100 – 2.300	30
	Band 8 - Panchromatic	0.500 – 0.680	15
	Band 9 - Cirrus	1.360 – 1.390	30
Thermal Infrared Sensor (TIRS)	Band 10 – LWIR 1	10.3 – 11.3	100
	Band 11 – LWIR 2	11.5 – 12.5	100

Sumber: Andana (2015)

Sensor OLI dan TIRS memiliki jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (*band* 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (*band* 10 dan 11) berada pada TIRS. Pada dataset citra Landsat TM dan ETM, karakteristik air, vegetasi dan tanah dapat dengan mudah diinterpretasi menggunakan jenis *band* sinar tampak (*visible*) dan inframerah (*infrared*). Absorpsi gelombang inframerah oleh air dan reflektansi beberapa jenis panjang gelombang yang kuat terhadap jenis objek menjadikan teknik ini ideal dalam memetakan sebaran klorofil-a dan *total suspended solid* (TSS).

Kombinasi *band* citra Landsat 8 perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran citra yang sesuai untuk tujuan pengolahan data citra tertentu, dimana setia kombinasi *band* memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan variabel yang akan dianalisis. Aplikasi *band* dalam citra Landsat 8 ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Penggunaan Kombinasi *Band* Citra Landsat 8

Aplikasi	Kombinasi <i>Band</i>
<i>Natural Color</i>	4 3 2
<i>False Color (Urban)</i>	7 6 4
<i>Color Infrared (vegetation)</i>	5 4 3
<i>Agriculture</i>	6 5 2
<i>Atmospheric Penetration</i>	7 6 5
<i>Healthy Vegetation</i>	5 6 2
<i>Land/Water</i>	5 6 4
<i>Natural With Atmospheric Removal</i>	7 5 3
<i>Shortwave Infrared</i>	7 5 4
<i>Vegetation Analysis</i>	6 5 4

Sumber: USGS (2013)

2.5.3 Penggunaan Algoritma dalam Mengekstrak Nilai TSS dan Klorofil-a Data Citra Landsat 8 OLI

Penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk pengamatan kualitas air. Prinsip identifikasi yaitu tingkat reflektan pada air memiliki panjang gelombang yang berbeda, bergantung pada material yang terdapat pada badan air. Nilai spektral air yang terdapat material di dalamnya akan memiliki nilai spektral yang tinggi dan terlihat terang dibandingkan dengan air yang tidak mengandung material sedimentasi (Nuzapril, 2017). Proses input algoritma TSS dan klorofil-a bertujuan untuk membuat citra satelit Landsat memiliki nilai *digital number* (DN) yang akan mempresentasikan nilai konsentrasi TSS dan klorofil-a di suatu perairan (Utami *et al.*, 2016). Terdapat beberapa algoritma yang sudah ada dalam mengekstrak nilai TSS dan klorofil-a.

a. Algoritma Sebaran Klorofil-a

Identifikasi klorofil-a melalui citra menggunakan beberapa algoritma berikut:

- 1) Algoritma Jaelani yakni membuat algoritma model dari nilai ekstraksi yang dilakukan dengan *case-2 water processor* dari koreksi atmosfer C2WP-*Euthrophical*. Algoritma Ekstraksi pada lansat adalah sebagai berikut:

$$Chl - a_{Jaelani} = 0,9889 \left(\frac{ETM Band 3}{ETM Band 4} \right) - 0,3619$$



Keterangan:

ETM *band* = Nilai reflektan permukaan dari *band* yang terukur pada landsat

Sedangkan dari C2WP-*Euthrophical* adalah sebagai berikut:

$$Chl - a = 62,6 \times a_{pig(443)}^{1,29}$$

Keterangan:

$a_{pig(443)}^{1,29}$ = koefisien absorpsi dari fitoplankton

- 2) Algoritma Pentury (1997) dalam Nuzapril (2017), dengan menggunakan ekstraksi nilai konsentrasi klorofil-a *insitu* dan nilai reflektansi Landsat-8 daerah penelitian adalah sebagai berikut :

$$Chl - a = 0.067 \times \left(\frac{\lambda_{hijau}}{\lambda_{biru}} \right) + 0.126$$

Keterangan:

Chl-a = konsentrasi klorofil-a citra satelit (mg/m^3)

λ_{hijau} = nilai reflektansi pada panjang gelombang hijau

λ_{biru} = nilai reflektansi pada panjang gelombang biru

b. Algoritma Sebaran TSS

Identifikasi sebaran TSS dalam penginderaan jauh menggunakan algoritma untuk menentukan nilai TSS yang dilakukan dengan Landsat-8 OLI. Algoritma tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Algoritma Syarif Budiman (2004)

Algoritma ini dikembangkan berdasarkan *bio optical modelling* untuk menganalisis suatu distribusi dan materi yang tersuspensi melalui teknologi penginderaan jauh sebagai berikut:

$$TSS \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = ((8.1429 \times (\exp (23.704 \times 0.94 \times \text{Red Band}))))$$

Keterangan :

Red Band = reflektansi *band* 4

2) Algoritma Parwati (2014)

Algoritmas Parwati merupakan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ety Parwati (LAPAN) dengan tujuan pengoptimalisasian pengawasan kualitas lingkungan perairan pantai akibat limbah industri dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh sebagai berikut:

$$TSS \text{ (} mg/l \text{)} = 3.3238 \times \exp(34.099 \times B4)$$

Keterangan :

B4 = reflektansi *band* 4

3) Algoritma Laili (2015)

Penjabaran rumus algoritma yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$TSS \text{ (} mg/l \text{)} = 31.42 \times \left(\frac{\text{Log}(B2)}{\text{Log}(B4)} \right) - 12.719$$

Keterangan:

B2 = reflektansi *band* 2

B4 = reflektansi *band* 4

Tabel 4. Kelebihan dan Kekurangan Algoritma

Algoritma	Kelebihan	Kekurangan
TSS		
Budiman (2004)	Perhitungan sederhana	Menggunakan salah satu <i>band</i>
Parwati (2014)	Memiliki nilai korelasi yang kuat antara data lapang dan data citra	Menggunakan salah satu <i>band</i>
Laili (2015)	Mempunyai nilai korelasi data lapang dan citra paling kuat dibandingkan dengan algoritma Syarif Budiman dan Parwati dan menggunakan lebih dari satu <i>band</i>	Algoritma masih belum dapat diterapkan pada daerah tertentu
Klorofil-a		
Jaelani (2015)	Tingkat akurasi tinggi	Algoritma masih belum dapat diterapkan pada daerah tertentu
Pentury (1997)	Perhitungan sederhana	Hasil nilai korelasi lapang dan citra yang lemah dibandingkan algortma Jaelani



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini yaitu distribusi *Total Suspended Solid* (TSS) dan konsentrasi klorofil-a di Pesisir Dusun Kepetingan, Sidoarjo, Jawa Timur. Sampel air diuji di Laboratorium Lingkungan Jasa Tirta dan Laboratorium Hidrobiologi Divisi Lingkungan hidup dan penentuan dari data citra Landsat serta analisis parameter kualitas air yaitu klorofil-a, TSS, kecerahan, kecepatan arus, suhu, pH, nitrat dan fosfat.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat dan bahan yang dibutuhkan untuk pengukuran *in situ*, *ex situ* dan laboratorium. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di pesisir Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur pada tanggal 07 Maret 2019. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 5**.

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan mengenai suatu keadaan secara objektif. Menurut Hamdi dan Bahruddin (2014), metode deskriptif adalah metode yang bertujuan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada dan sedang berlangsung pada saat ini atau masa lampau.

3.5 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini terdapat dua jenis yakni data primer dan data sekunder.

3.5.1 Data Primer

Data primer merupakan data asli dari peneliti untuk menjawab masalah penelitiannya secara khusus (Kurnianingtyas dan Nugroho, 2012). Data primer diperoleh melalui pengumpulan atau pendataan data. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pengamatan atau observasi pada lokasi pengambilan sampel dan pengamatan terhadap parameter kualitas air yaitu TSS dan klorofil-a. Parameter pendukung meliputi suhu, pH, kecerahan, kecepatan arus, nitrat dan fosfat. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari hasil observasi, dan survei.

a. Observasi

Observasi merupakan suatu metode pengumpulan data dimana peneliti mencatat informasi seperti keadaan aslinya selama berlangsungnya penelitian (Firdaus *et al.*, 2012). Observasi yang digunakan pada penelitian ini dilakukan terhadap berbagai hal yang dapat mempengaruhi kualitas perairan pesisir Dusun Kepetingan, Sidoarjo. Data observasi dapat didukung dengan hasil dokumentasi penelitian.

b. Wawancara

Kegiatan survei lokasi dapat dilakukan dengan wawancara terhadap nelayan maupun warga sekitar yang dapat dijadikan sebagai informan. Wawancara merupakan salah satu bentuk komunikasi yang terjalin dua arah yakni antara peneliti dan responden (Firdaus *et al.*, 2012). Survei terhadap lokasi penelitian ini dilakukan sebelum memulai penelitian, bertujuan untuk menentukan titik pengambilan sampel serta mengetahui kondisi pesisir dusun Kepetingan.

3.5.2 Data Sekunder

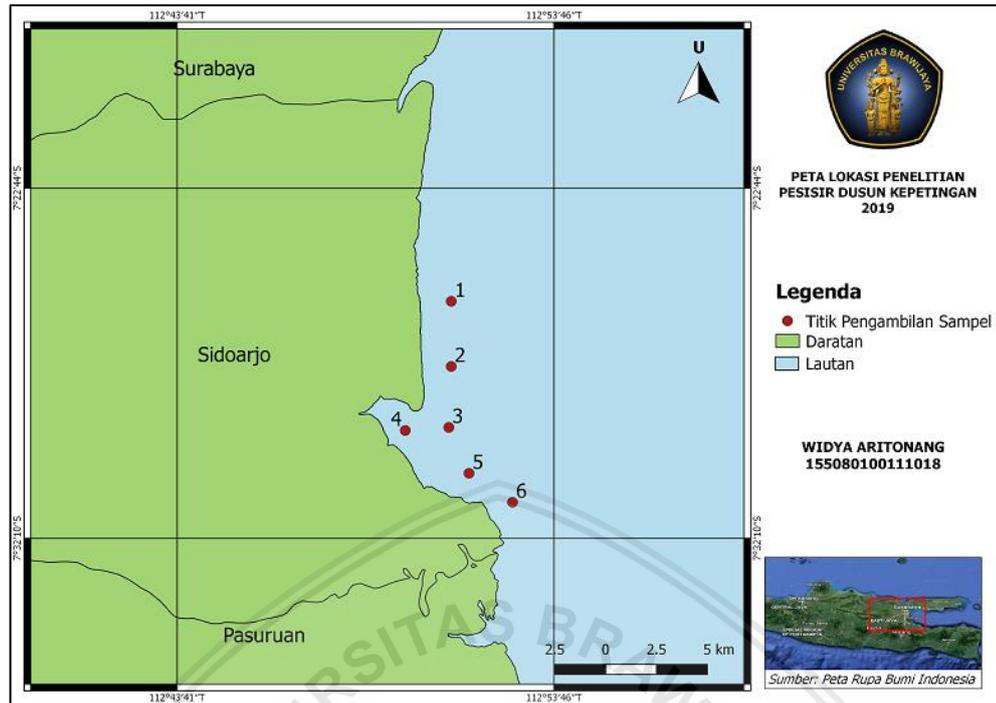
Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau berasal dari sumber kedua (Kurnianingtyas dan Nugroho, 2012). Data sekunder pada penelitian ini diperoleh melalui jurnal, buku dan laporan penelitian sebelumnya.

3.6 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *purposive sampling*. Menurut Rosdianto *et al.* (2017), *purposive sampling* adalah suatu teknik pengambilan sampel dari sumber data dengan pertimbangan tertentu dari peneliti. Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini diwakili enam titik lokasi pengambilan sampel yang mewakili daerah muara sungai dan laut yang ditinjau dari pengaruh kegiatan yang ada disekitar titik pengambilan sampel, sehingga data yang didapatkan merata. Adapun lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Tabel 5. Titik Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel

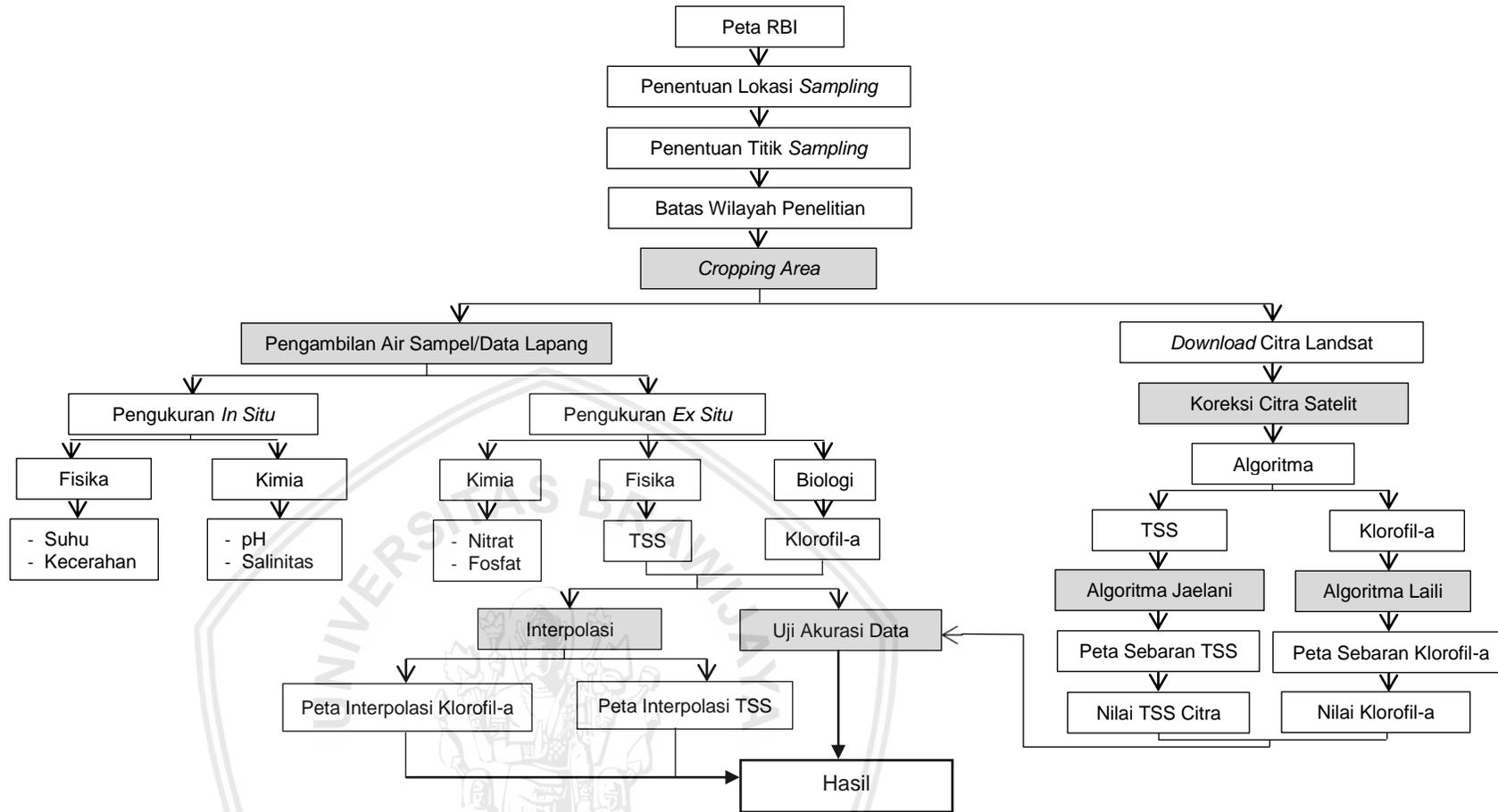
Titik <i>Sampling</i>	Titik Koordinat		<i>Landuse</i>
	Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	112°50'29"	7°27'30"	Kawasan rehabilitasi mangrove
2	112°50'34"	7°28'19"	Pemukiman Desa Karanggayam
3	112°50'19"	7°29'11"	Keramba jaring dan muara sungai Ketingan
4	112°49'25"	7°28'54"	Mendapat masukan air sungai
5	112°49'58"	7°29'52"	Kawasan rehabilitasi mangrove, masukan air sungai
6	112°50'42"	7°30'30"	Kawasan rehabilitasi mangrove



Gambar 4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.7 Tahapan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan melakukan survei di lokasi penelitian yakni pesisir Dusun Kepetingan, Sidoarjo, Jawa Timur. Selanjutnya melakukan pengunduhan data citra satelit sebagai sumber data dalam pengolahan data spasial sebaran klorofil-a, TSS dan pengambilan sampel air di lapang untuk diamati tiga parameternya yaitu kimia, fisika dan biologi yang dapat mempengaruhi TSS dan klorofil-a, selanjutnya dilakukan analisis keakuratan antara data spasial dan data lapang. Diagram tahapan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Alur Tahapan Penelitian

3.7.1 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilaksanakan satu kali pada 7 Maret 2019. Titik pengamatan diambil sesuai dengan koordinat yang ditentukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) dengan jumlah 6 titik pengamatan. Pengambilan sampel pada penelitian ini dengan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik dimana pengambilan sampel dilakukan atas dasar pertimbangan peneliti dengan tujuan tertentu. Menurut Rosdianto *et al.* (2017), *purposive sampling* adalah suatu teknik pengambilan sampel dari sumber data dengan pertimbangan tertentu dari peneliti. Teknik ini digunakan karena titik pengambilan sampel didasarkan oleh *landuse* pada masing-masing titik pengambilan sampel.

a. *In Situ*

Setiap titik pengambilan diambil sampel air ke dalam botol PE dengan volume 600 ml untuk dilakukan analisis kandungan TSS, klorofil-a, nitrat dan fosfat di laboratorium. Pengukuran beberapa parameter seperti suhu, pH dan kecerahan dilakukan saat pengambilan air sampel.

b. *Ex Situ*

Air sampel yang diambil kemudian diukur di Laboratorium Divisi Lingkungan Jasa Tirta untuk mengukur klorofil-a, TSS nitrat dan fosfat. Data citra yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dengan mengunduh citra satelit Landsat 8 OLI kemudian diolah dengan *software* QGIS.

3.7.2 Teknik Pengolahan Data

1. Pengolahan Data *In Situ*

a. Klorofil-a

Pengukuran klorofil-a pada penelitian ini mengacu pada *Standard Method APHA AWWA 10200 H*. Metode yang digunakan pada pengukuran klorofil-a dengan menggunakan metode spektrofotometrik. Klasifikasi kesuburan perairan

mengacu pada indeks NOAA. Klorofil dilarutkan dalam aseton 90% dan dilakukan ekstraksi semalaman yang sebelumnya ditambahkan MgCO_3 . Klorofil diukur pada empat panjang gelombang berbeda (630 nm, 637 nm, 664 nm dan 750 nm). Prosedur pengukuran klorofil-a adalah sebagai berikut:

1) Penanganan sampel

- Mengeluarkan sampel (contoh air) dari *chiller* dan menunggu hingga suhu sampel mencapai suhu ruang
- Menyaring dengan menggunakan kertas saring GF/F ($0,47 \mu\text{m}$)
- Menambahkan MgCO_3 2 ml dan menyaring hingga kertas saring jenuh
- Menggerus kertas saring menggunakan mortar dan alu sampai halus sambil menambahkan aseton dengan konsentrasi 90%
- Memasukkan ke dalam tabung klorofil yang sudah tertutup *aluminium foil*

2) Pembentukan warna

- Menambahkan sebanyak 8 ml aseton 90% ke dalam masing-masing tabung reaksi
- Menutup tabung reaksi sampel
- Memasukkan ke dalam *chiller* 4°C dan mendinginkan sampai semalaman
- Memasukkan sampel ke dalam *sentrifuge* (500-3000 rpm) selama ± 1 jam

3) Pengukuran fotometrik

- Mengukur blanko, larutan standar dan sampel dengan spektrofotometer UV-Vis pada 4 panjang gelombang (630 nm, 647 nm, 664 nm dan 750 nm)
- Mencatat hasil absorbansi larutan blanko, larutan standar dan sampel
- Menghitung konsentrasi klorofil-a dengan menggunakan rumus:

$$Ca = [11,85 \cdot (\text{Abs } 664) - (1,54 \cdot (\text{Abs } 647)) - (0,08 \cdot (\text{Abs } 630))]$$

$$\text{Klorofil-a (mg/m}^3) = \frac{(Ca \times V_{\text{aseton}}) \times 1000}{V_{\text{sampel}}}$$

Keterangan :

V_{aseton} = volume aseton (ml)

V_{sampel} = volume sampel (ml)

Ca = kadar klorofil

b. Suhu

Pengukuran suhu yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan alat thermometer Hg. Thermometer dicelupkan ke perairan dan mendinginkan selama 1 menit kemudian membaca skala (Burdames dan Ngangi, 2014).

c. Kecerahan

Kecerahan diukur pada setiap stasiun menggunakan alat *sechhi disk*. Prosedur pengukuran kecerahan sebagai berikut (Burdames dan Ngangi, 2014):

- Memasukkan *sechhi disk* ke dalam perairan secara perlahan hingga batas kelihatan atau batas tidak tampak pertama kali
- Mencatat kedalamannya sebagai D_1
- Memasukkan *sechhi disk* ke dalam perairan kembali kemudian menarik ke permukaan secara perlahan sampai terlihat pertama kali
- Mencatat kedalamannya sebagai D_2

Menurut Effendi (2003), rumus untuk menghitung kecerahan di perairan adalah sebagai berikut :

$$\text{Kecerahan (cm)} = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

Keterangan:

D = kecerahan (cm)

D_1 = jarak dari permukaan air sampel *sechhi disk* mulai hilang dari pandang (cm)

D_2 = jarak dari permukaan air sampai *sechhi disk* ditarik ke atas lagi sampai mulai tampak samar (cm).

e. Total Suspended Solid (TSS)

Pengukuran TSS yang dilakukan mengacu pada *Standard Method* APHA AWWA-4500 P E. Prinsip pengukuran TSS yang digunakan pada penelitian adalah sampel yang telah tercampur rata kemudian difilter melalui *filter* kaca standar dan residu yang tersisa pada *filter* kemudian dikeringkan hingga konstan pada suhu 103-105°C. Peningkatan berat *filter* menunjukkan total padatan tersuspensi. Adapun prosedur pengukuran TSS sebagai berikut:

- 1) Memberi nomor pada kertas saring GF/A dan menimbang dengan menggunakan neraca analitik OHAUS
- 2) Memasukkan ke dalam oven selama satu malam pada suhu 105°C
- 3) Menimbang kertas saring GF/A dan mencatat hasilnya sebagai bobot 1
- 4) Menyaring sampel air sebanyak 1000 ml menggunakan kertas saring
- 5) Mengeringkan kertas saring dalam oven selama 1 malam pada suhu 105°C
- 6) Menimbang kertas saring yang telah dikeringkan dan mencatat hasilnya sebagai bobot 2
- 7) Menghitung nilai TSS dengan menggunakan rumus:

$$\text{TSS (mg/l)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume sampel (ml)}}$$

Keterangan:

A = berat *filter* + residu kering (mg)

B = berat *filter* (mg)

f. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran pH yang dilakukan pada penelitian menggunakan alat pHmeter. Menurut Burdames dan Ngangi (2014), prosedur pengukuran pH adalah sebagai berikut:

- 1) Membuka tutup sensor pHmeter dan mengkalibrasi dengan akuades
- 2) Memasukkan ke dalam perairan dan tunggu beberapa saat

- 3) Mencatat hasil pengukuran yang tertera pada layar pHmeter
- 4) Mengkalibrasi sensor pHmeter dengan akuades dan menutup kembali sensor

g. Salinitas

Salinitas diukur dengan cara meneteskan sampel air sebanyak satu tetes ke atas permukaan kaca refraktometer lalu ditutup. Nilai salinitas didapat dengan membaca skala yang ditunjukkan pada teropong refraktometer (Lubis, 2016).

h. Nitrat

Pengukuran nitrat penelitian ini mengacu pada *Standard Method APHA AWWA 4500-P E*. Metode yang digunakan adalah metode pereaksi *brucine*. Prinsip pengukuran ini adalah ion nitrat bereaksi dengan larutan *brucine* dalam suasana asam akan menghasilkan senyawa kompleks yang berwarna kuning. Intensitas warna yang dihasilkan, absorbansinya diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 420 nm. Prosedur pengukuran nitrat adalah sebagai berikut:

- 1) Membuat pereaksi *brucine* dengan cara menimbang 0,25 gram *brucine* lalu melarutkan hingga 50 ml dengan asam asetat.
- 2) Membuat deret standar
 - Mengambil 4,4 ml larutan standar N-NO_3^- 225,806 mg/l ke dalam labu ukur 100 ml, kemudian menambahkan air suling sampai tanda tera dan hingga homogen (larutan standar intermediet 1 = 9,9355 mg/l)
 - Mengambil 10 ml larutan intermediet 1 ke dalam labu ukur 100 ml kemudian menambahkan *aquadest* hingga tera (lar. standar intermediet 2 = 0,9935 mg/l)
 - Membuat deret standar dari intermediet 2 seperti pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Deret Standar Nitrat

Deret standar N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	Vol. standar N-NO ₃ ⁻ (ml)	Vol. <i>aquadest</i> (ml)
0	0	2
0,1987	0,4	1,6
0,3974	0,8	1,2
0,5962	1,2	0,8
0,7949	1,6	0,4
0,9936	2	0

Sumber: APHA (2012)

3) Menangani sampel dan deret standar

- Mengeluarkan sampel dan deret standar dari *chiller* menunggu hingga suhu ruang kemudian mengambil sebanyak 2 ml ke dalam tabung reaksi dan melakukan *triplo*.
- Memasukkan 0,4 ml larutan H₂SO₄ pekat ke dalam tabung reaksi
- Menghomogenkan dengan menggunakan *vortex* lalu menunggu hingga dingin
- Mengukur absorbansi nitrat menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm.
- Perhitungan konsentrasi nitrat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{N-NO}_3^- \text{ (mg/l)} = \frac{c - a}{b}$$

Keterangan :

a = intersep pada persamaan linear

b = *slope* pada persamaan linear

c = absorbansi (Abs) contoh

i. Fosfat

Metode pengukuran fosfat yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada *Standard Method APHA AWWA 4500-P E*. Metode yang digunakan metode asam askorbat. Prinsipnya adalah amonium molibdat dan potassium antimonil tartrat bereaksi dalam suasana asam dengan orthofosfat, membentuk

asam heteropoli yaitu asam fosfomolibdat. Senyawa ini kemudian direduksi dengan asam askorbat membentuk ion molibdenum yang berwarna biru. Adapun prosedur pengukuran yang dilakukan sebagai berikut:

1) Membuat larutan pereaksi

- Membuat larutan asam sulfat 5 N dengan cara mengencerkan 70 ml H_2SO_4 pekat dalam 400 ml *aquadest*.
- Membuat larutan K-antimonitartrat dengan cara melarutkan 0,3428 gram $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ke dalam 100 ml *aquadest* ke dalam labu ukur 100 ml dan mengencerkan hingga mencapai tanda tera lalu menyimpan ke dalam gelas kaca yang bertutup rapat.
- Membuat larutan Ammonium Molibdat dengan melarutkan 4 gram $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dalam 100 ml *aquadest* lalu menyimpan larutan ke dalam gelas kaca yang tertutup rapat.
- Membuat larutan asam askorbat dengan melarutkan 1,76 gram asam askorbat dalam 100 ml *aquadest*. Larutan stabil selama 1 minggu pada suhu 4°C .
- Membuat pereaksi kombinasi dengan mencampurkan pereaksi-pereaksi diatas dengan komposisi hingga menjadi 100 ml pereaksi kombinasi: 50 ml larutan asam sulfat 5 N, 5 ml larutan K-antimonitartrat, 15 ml larutan ammonium molibdat dan 30 ml asam askorbat. Mengaduk setiap kali menambahkan pereaksi. Sebelum mencampurkan, mendinginkan semua pereaksi hingga suhu ruang. Apabila larutan membentuk kekeruhan dalam proses mencampurkan pereaksi, mengaduk larutan dan membiarkan beberapa menit sampai kekeruhan hilang. Pereaksi kombinasi stabil selama 4 jam.

2) Membuat kurva kalibrasi

Membuat deret standar dengan konsentrasi 0; 0,0204; 0,0408; 0,0816; 0,1223; 0,4974; 0,9947 mg/l P-PO₄³⁻ dengan cara sebagai berikut:

- Mengambil 5 ml larutan standar 326,145 mg/l P-PO₄³⁻ dengan pipet volume ke dalam labu ukur 100 ml, melarutkan dan mengimpitkan dengan *aquadest* kemudian mengaduknya (larutan standar intermediet 1 = 16,30725 mg/l P-PO₄³⁻)
- Mengambil 25 ml larutan standar intermediet 1 dengan pipet volume ke dalam labu ukur 100 ml kemudian melarutkan dan mengimpitkan dengan *aquadest* hingga tanda tera kemudian diaduk (larutan standar intermediet 2 = 4,0768 mg/l P-PO₄³⁻)
- Dari intermediet 2 membuat deret standar seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Deret Standar Fosfat

Deret standar P-PO ₄ ³⁻ (mg/l)	Vol. standar larutan intermediet 2 (ml)	Vol. labu ukur (ml)
0	0	50
0,0204	0,25	50
0,0408	0,5	50
0,0816	1	50
0,1223	1,5	50
0,4974	6,1	50
0,9947	12,2	50

Sumber: APHA (2012)

- Melarutkan dan mengimpitkan dengan *aquadest* sampai volume 50 ml

3) Mempersiapkan contoh dan deret standar

- Mengambil sampel dan deret standar sebanyak 5 ml dengan pipet volume ke dalam tabung reaksi dan melakukan *duplo*
- Menambahkan 1 ml pereaksi kombinasi lalu menghomogenkan dengan menggunakan *vortex*.
- Melakukan pengukuran absorbansi sampel dan deret standar pada panjang gelombang 880 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

- Perhitungan konsentrasi P-PO₄³⁻ dengan menggunakan rumus:

$$\text{P-PO}_4^{3-} \text{ (mg/l)} = \frac{c - a}{b}$$

Keterangan :

a = intersep pada persamaan linear

b = *slope* pada persamaan linear

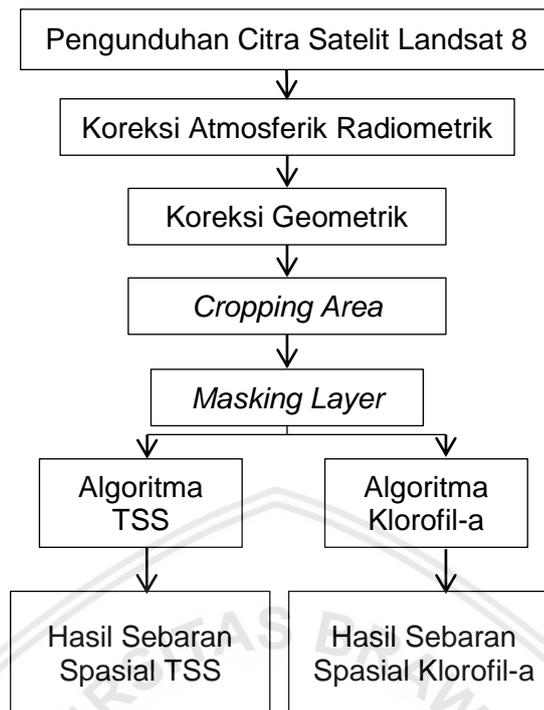
c = absorbansi (Abs) contoh

j. Interpolasi Data *In Situ*

Interpolasi merupakan suatu metode untuk mendapatkan data berdasarkan pada beberapa data yang telah diketahui (Pramono, 2008). Proses interpolasi dalam pemetaan adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak diukur sehingga terbentuk sebuah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah. Hasil yang diperoleh dari interpolasi dapat memberikan informasi mengenai distribusi spasial total padatan tersuspensi dan klorofil-a (Indrayani *et al.*, 2012). Metode interpolasi yang digunakan adalah metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW). Kelebihan penggunaan metode IDW yaitu hasil interpolasi dapat ditentukan dengan membatasi titik-titik yang digunakan dalam penelitian (Riswana *et al.*, 2017). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh jaraknya. Bobot (*weight*) akan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dengan data sampel (Hanggoro *et al.*, 2012).

2. Pengolahan Data Citra

Tahapan awal yang dilakukan dalam pengolahan data citra adalah pengunduhan citra satelit Landsat 8 OLI. Pada proses *cropping area* juga dilakukan penentuan batas wilayah penelitian yang menggunakan peta RBI. Alur pengolahan data citra klorofil-a dan TSS dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Alur Tahapan Pengolahan Data Citra

a. Koreksi Citra Satelit

Koreksi citra satelit dalam penginderaan jauh terbagi menjadi dua yakni koreksi radiometrik dan koreksi geometrik. Koreksi radiometrik dilakukan karena terdapat kesalahan pada hasil rekaman satelit yang disebabkan oleh gangguan atmosfer. Koreksi radiometrik bertujuan menyusun kembali nilai pantulan yang direkam oleh sensor mendekati atau memiliki pola menyerupai pantulan objek yang sebenarnya sesuai dengan panjang gelombang perekamannya (Parman, 2010). Koreksi geometrik bertujuan untuk memperoleh citra yang sesuai dengan posisi sebenarnya di permukaan bumi (Wahyuningrum, 2008). Penentuan beberapa titik ikat (*Ground Control Point*) pada proses koreksi geometrik untuk mengkorelasikan antara citra dengan peta rupa bumi (Bakosurtanal, 2002).

b. Cropping Layer

Cropping adalah pemotongan citra yang sesuai dengan daerah yang akan diteliti. Pemotongan bertujuan untuk mendapatkan daerah yang lebih sempit dan

meringankan beban komputer dalam mengolah citra, sehingga sesuai dengan kebutuhan penelitian. Hal tersebut disebabkan pada setiap satu *scene* citra meliputi daerah seluas 185 km x 185 km (Parman, 2010).

c. *Masking Layer*

Pemisahan daerah lautan dari daratan atau yang lebih dikenal dengan istilah *masking layer* bertujuan agar hanya terdapat nilai reflektan dari air yang diperhitungkan, sedangkan reflektan dari daratan dijadikan nol. Tahapan pertama dari *masking* adalah pembuatan peta segmen dengan digitasi garis pantai pada layar (*on screen digitizing*) pada *band* merah (*band 2*), tahap kedua adalah vektorisasi dan rasterisasi. Tahap ketiga adalah penggunaan algoritma untuk membuat reflektan daratan menjadi nol sedangkan daerah lautan memiliki nilai reflektan yang tetap (Bakosurtanal, 2002).

d. Algoritma

Penggunaan perhitungan algoritma pada citra bertujuan untuk menghasilkan peta sebaran sedimen yaitu klorofil-a dan TSS (Bakosurtanal, 2002). Berdasarkan tinjauan pustaka dengan memperhatikan kelebihan masing-masing algoritma, sebagai berikut:

- 1) Persamaan Algoritma TSS (Laili, 2015)

$$TSS \left(\frac{mg}{l} \right) = 31.42 \times \left(\frac{\text{Log}(B2)}{\text{Log}(B4)} \right) - 12.719$$

Keterangan :

B_2 = reflektansi band 2

B_4 = reflektansi *band 4*

- 2) Persamaan Algoritma Klorofil-a (Jaelani, 2015)

$$Chl - a_{Jaelani} = 0,9889 \left(\frac{ETM \text{ Band } 4}{ETM \text{ Band } 5} \right) - 0,3619$$

Keterangan :

ETM *Band 4* = reflektansi *band 4*

ETM *Band 5* = reflektansi *band 5*

3. Uji Akurasi Analisis Data Citra Satelit dengan Pengambilan Data *In Situ*

Pengujian akurasi data dilakukan agar mengetahui tingkat akurasi dari pengukuran dengan membandingkan antara data citra satelit dengan data *in situ* menggunakan analisa *Root Mean Square Error* (RMSE). Menurut Nuzapril *et al.* (2017), rumus RMSE adalah sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - z_j)^2}{n}}$$

Keterangan:

Z_i = Data estimasi citra satelit

Z_j = Data pengukuran *insitu*

n = Jumlah data

Apabila nilai RMSE <0,3 mengindikasikan tingkat akurasi tinggi pada model dan pengukuran *insitu*. Analisis kesesuaian RMSE merupakan indikator kesalahan berdasarkan pada total kuadratis dari persimpangan antara hasil citra dengan hasil observasi. RMSE dapat digunakan untuk memprediksi tingkat eror atau kesalahan model.

4. Analisis Hubungan Klorofil-a dan TSS

Regresi linier merupakan suatu metode statistik yang memiliki tujuan untuk membentuk sebuah model antara variabel dependen atau variabel terikat (Y) dan variabel bebas (X). Regresi linier yang digunakan pada metode ini yakni regresi linier sederhana. Regresi linier sederhana memiliki satu variabel bebas, sedangkan regresi linier berganda apabila terdapat lebih dari satu variabel bebas (Tannady dan Andrew, 2013). Pada penelitian ini digunakan regresi linier

sederhana karena terdapat satu variabel yang mempengaruhi yaitu TSS dan variabel dependen yaitu klorofil-a.

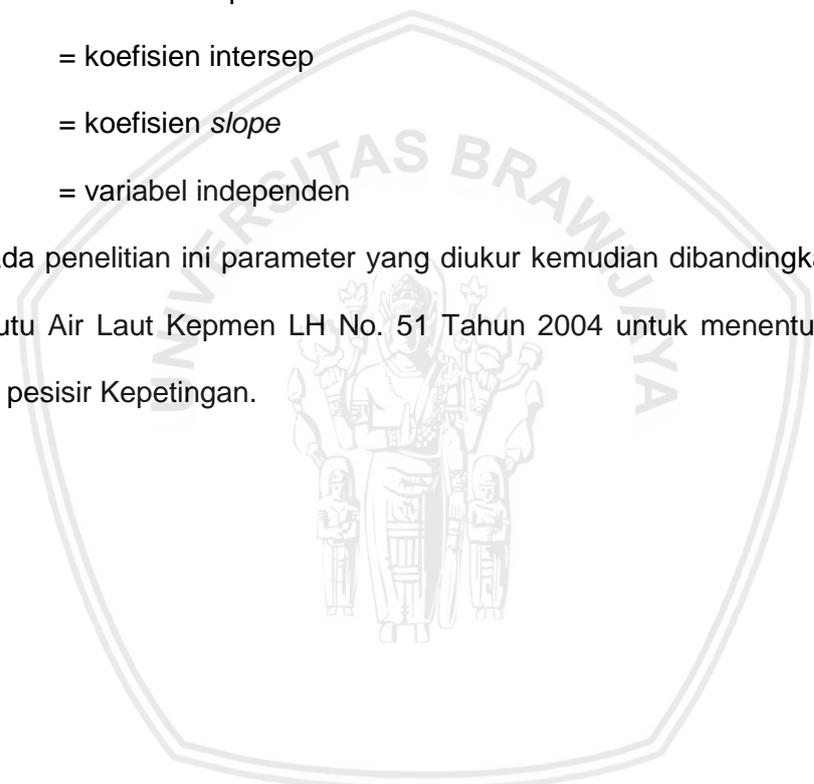
Menurut Janie (2012), rumus regresi linier yang digunakan pada analisis hubungan klorofil-a dan TSS adalah sebagai berikut:

$$Y = a + bX_1 + \varepsilon_i$$

Keterangan:

- Y = variabel dependen
- a = koefisien intersep
- b = koefisien *slope*
- X = variabel independen

Pada penelitian ini parameter yang diukur kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu Air Laut Kepmen LH No. 51 Tahun 2004 untuk menentukan status perairan pesisir Kepetingan.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Pesisir Kepetingan terletak di Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur. Desa Sawohan merupakan salah satu dari 15 desa di Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo. Desa Sawohan memiliki dua dusun yaitu Dusun Sawohan dan Kepetingan. Dusun Kepetingan terletak pada $7^{\circ}26'23''$ - $7^{\circ}28'47''$ LS dan $112^{\circ}47'20''$ - $112^{\circ}49'07''$ BT (Kuswanto, 2018). Desa Sawohan memiliki luas wilayah 10,4171 km² atau sama dengan 1.041,71 ha (BPS, 2018). Dusun Kepetingan berada pada ketinggian 4 meter dari permukaan laut. Adapun batas wilayah Dusun Kepetingan berdasarkan letak geografisnya adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Desa Karanggayam, Kecamatan Sidoarjo
- Sebelah Timur : Dusun Pucukan, Desa Gebang, Kecamatan Sidoarjo
- Sebelah Selatan : Dusun Bromo, Desa Balongdowo, Kecamatan Candi
- Sebelah Barat : Desa Bluru, Kecamatan Sidoarjo

Adapun batas wilayah Dusun Kepetingan dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Secara administratif Dusun Kepetingan terdiri atas dua RT yakni RT 22 dan RT 23 serta memiliki satu RW yakni RW 4. Dusun Kepetingan memiliki dua kampung yaitu kampung barat dan kampung timur dengan jumlah penduduk sekitar 374 jiwa (BPS, 2018). Kondisi alam Dusun Kepetingan dikelilingi oleh tambak, sungai dan hutan mangrove. Dusun Kepetingan berada di tengah-tengah areal tambak membuat daerah tersebut sulit dijangkau. Terdapat dua cara untuk dapat mengakses daerah ini yakni menggunakan kapal motor melewati sungai Kepetingan dan dengan sepeda motor melalui pematang tambak. Dusun Kepetingan sering dikunjungi masyarakat luar daerah karena terdapat wisata religi yakni makam Dewi Sekardadu (Kuswanto, 2018).

4.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan pada enam titik pengambilan sampel. Adapun lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 7. Muara Sungai Ketingan (Dokumentasi Pribadi, 2019)

Tabel 8. Titik Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel

Titik Sampling	Titik Koordinat		Landuse
	Bujur Timur	Lintang Selatan	
1	112°50'29"	7°27'30"	Kawasan rehabilitasi mangrove
2	112°50'34"	7°28'19"	Pemukiman Desa Karanggayam
3	112°50'19"	7°29'11"	Keramba jaring dan muara sungai Ketingan
4	112°49'25"	7°28'54"	Mendapat masukan air sungai
5	112°49'58"	7°29'52"	Kawasan rehabilitasi mangrove, masukan air sungai
6	112°50'42"	7°30'30"	Kawasan rehabilitasi mangrove

Titik pengambilan sampel 1 dan 2 terletak di sebelah paling utara dari Teluk Permisian dan berada dekat dengan laut sehingga banyak ditemukan kapal nelayan berukuran besar yang menetap selama beberapa hari untuk menangkap ikan sebagai hasil tangkapan. Titik pengambilan sampel 1 dan 2 berada di Desa Karanggayam, Kecamatan Sidoarjo. Titik *sampling* 3 berada dekat dengan muara sungai Ketingan. Pada titik 3 banyak ditemukan kapal nelayan yang hendak menuju laut lepas serta keramba jaring apung (KJA) milik warga sekitar.

KJA tersebut merupakan usaha warga sekitar untuk meningkatkan perekonomian. Titik *sampling* 4 berada di Teluk Permisan atau muara sungai Ketingan, titik *sampling* 3 dan 4 berada di Dusun Bromo, Desa Balongdowo, Kecamatan Candi. Teluk Permisan atau muara Sungai Ketingan mendapat masukan dari berbagai kali, seperti Kali Ombo dan Kali Tj. Sel. Titik *sampling* 5 dan 6 berada di Dusun Pucukan, Desa Gebang, Kabupaten Sidoarjo. Titik *sampling* 5 dan 6 berada dekat dengan lokasi penanaman mangrove yang ditanam oleh warga sekitar dan bekerjasama dengan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Sidoarjo sebagai upaya pengelolaan wilayah pesisir yang berkelanjutan.

4.3 Hasil Pengukuran TSS

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di pesisir Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo diperoleh nilai *Total Suspended Solid* (TSS) data *in situ* dan data citra di setiap titik sampel dapat dilihat pada **Tabel 9**.

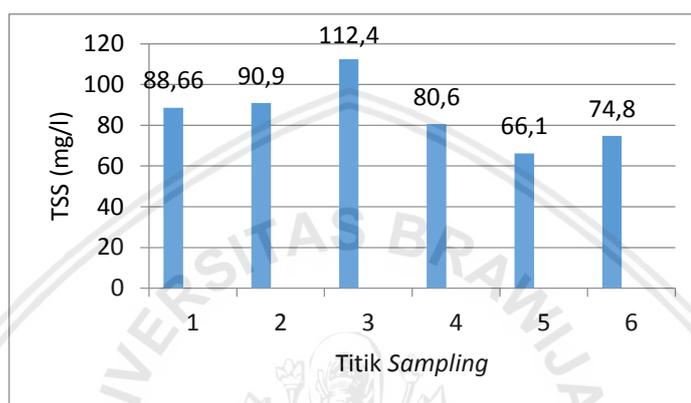
Tabel 9. Konsentrasi TSS berdasarkan Data *In Situ* dan Citra

Titik <i>Sampling</i>	Bujur Timur	Lintang Selatan	TSS <i>In Situ</i> (mg/l)	TSS Citra (mg/l)	Kedalaman (cm)
1	112°50'29"	7°27'30"	88,6	51,5	1-100
2	112°50'34"	7°28'19"	90,9	50,7	1-100
3	112°50'19"	7°29'11"	112,4	47,1	1-100
4	112°49'25"	7°28'54"	80,6	45,6	1-100
5	112°49'58"	7°29'52"	66,1	41,67	1-100
6	112°50'42"	7°30'30"	74,8	40,79	1-100

4.3.1 Analisis TSS Berdasarkan Data *In Situ*

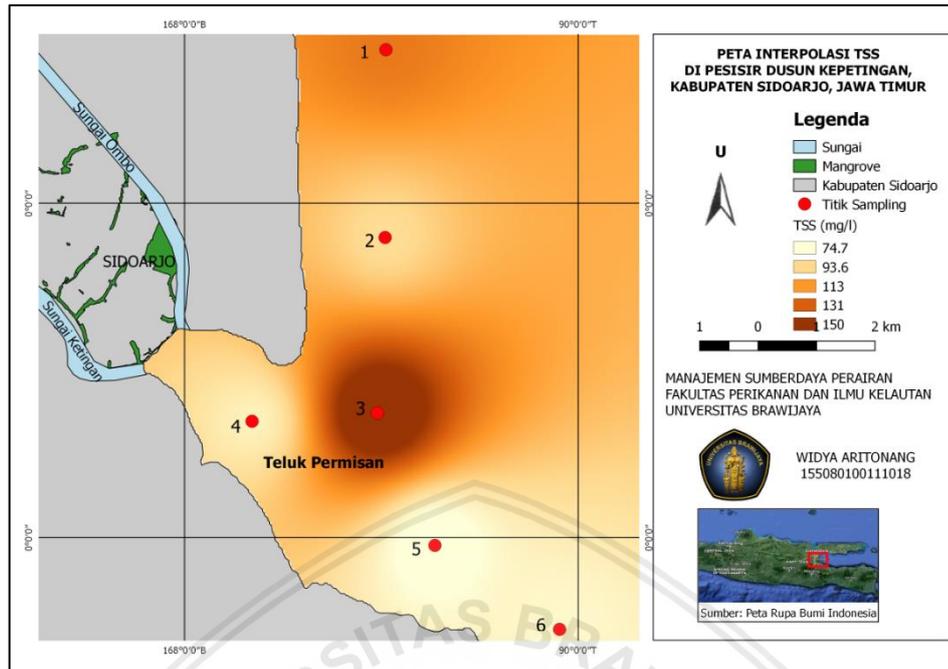
Berdasarkan **Tabel 9** didapatkan hasil nilai TSS (*Total Suspended Solid*) berkisar antara 66,1-112,4 mg/l dengan rata-rata sebesar 85,58 mg/l. Nilai TSS tertinggi terdapat pada titik *sampling* 3 dan nilai terendah adalah titik *sampling* 5. Adanya perbedaan hasil pengukuran TSS pada setiap titik *sampling* dapat

dipengaruhi oleh letak geografis. Konsentrasi TSS tertinggi berada pada daerah muara sungai dan konsentrasi terendah berada pada daerah laut. Hal ini sesuai dengan pendapat Satriadi dan Sugeng (2004) dalam jurnalnya, bahwa konsentrasi TSS semakin menurun ke arah laut akibat adanya pola arus dan gelombang. Adapun hasil pengukuran TSS di setiap titik *sampling* tersaji pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik Nilai TSS

Berdasarkan **Gambar 8** dapat dilihat bahwa nilai TSS di setiap titik pengambilan sampel pesisir Dusun Kepetingan relatif tinggi. Nilai TSS pada titik *sampling* 4, 5 dan 6 yang berada pada kisaran 66,1-80,6 mg/l masih tergolong baik. Hal tersebut sesuai dengan KEPMENLH No. 51 Tahun 2004 bahwa baku mutu TSS untuk kehidupan biota laut berkisar pada 20-80 mg/l. Nilai TSS tertinggi terdapat pada titik *sampling* 3, hal tersebut dipengaruhi oleh sedimen yang terbawa bersama aliran sungai menuju muara. Tingginya nilai TSS diduga disebabkan oleh sedimen yang terdapat dalam limbah buangan masyarakat Dusun Kepetingan dan terbawa bersama aliran sungai menuju muara sungai. Sesuai dengan pendapat Roswaty *et al.* (2014), dalam jurnalnya bahwa arus akan membawa padatan tersuspensi dari sungai masuk ke muara sungai dan menyebabkan pengadukan sedimen di dasar perairan sehingga konsentrasi TSS akan meningkat. Adapun hasil analisis dengan interpolasi data TSS *in situ* tersaji pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Peta Interpolasi TSS Berdasarkan Data *In Situ*

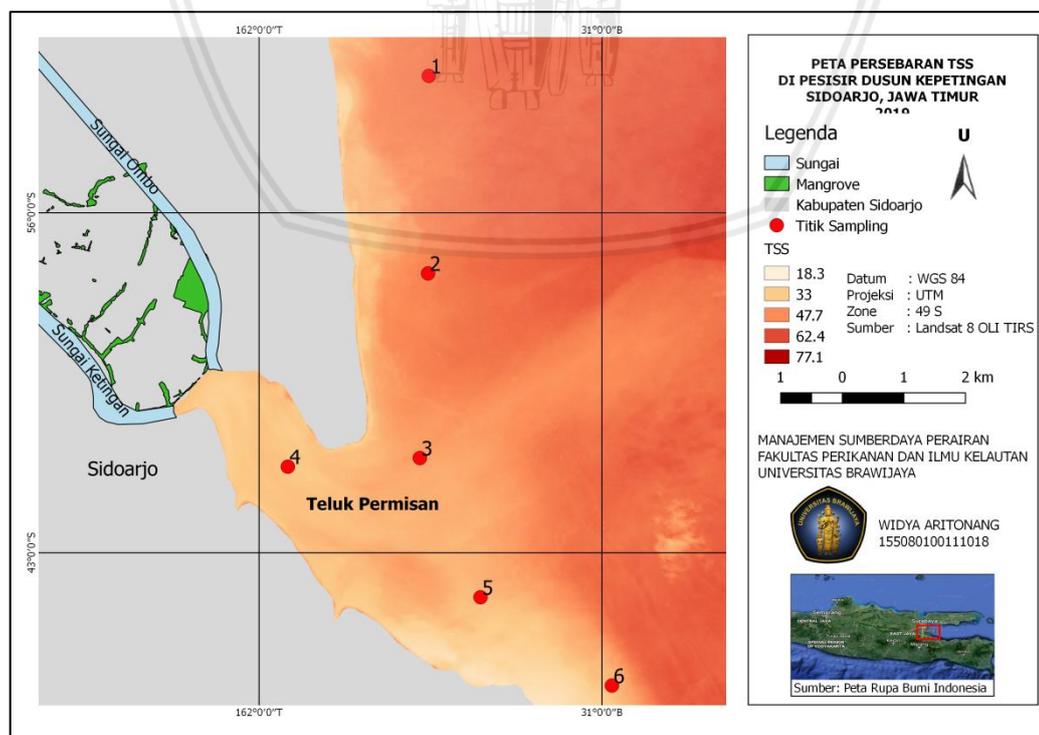
Berdasarkan hasil analisis dengan interpolasi hasil *in situ* diperoleh nilai klorofil-a pada perairan pesisir Dusun Kepetingan yakni seperti pada **Gambar 9**. Berdasarkan **Gambar 9** dapat dilihat bahwa nilai TSS terendah dengan kisaran 74,7 mg/l ditandai dengan warna coklat muda dan nilai TSS tertinggi dengan kisaran 150 mg/l ditandai dengan warna coklat pekat. Nilai TSS tertinggi berada pada titik 3 yang diduga berasal dari sungai Ketingan menuju muara, dimana titik 3 merupakan kawasan muara sungai Ketingan. Tingginya nilai TSS di muara sungai juga dapat dipengaruhi oleh gelombang dan arus yang berasal dari laut. Menurut Tarigan dan Edward (2003), sebaran padatan tersuspensi di laut dipengaruhi oleh masukan yang berasal dari darat melalui aliran sungai ataupun dari udara dan perpindahan karena adanya pengikisan.

Pada saat kegiatan pengambilan sampel perairan pesisir Dusun Kepetingan cenderung berwarna kecoklatan. Hal tersebut mengindikasikan nilai TSS yang tinggi sehingga meningkatkan kekeruhan di perairan. Hal yang sama dikemukakan Simbolon *et al.* (2015), dalam hasil penelitiannya memiliki nilai TSS yang cukup tinggi ditandai dengan perairan yang berwarna kuning kecoklatan.

Nilai TSS yang tinggi dapat menghalangi penetrasian cahaya yang masuk ke perairan kemudian mempengaruhi proses fotosintesis di perairan. Tingginya nilai TSS di suatu perairan akan mempengaruhi kehidupan fitoplankton melalui proses fotosintesis (Winnarsih, 2016). Zat padat tersuspensi dapat menghalangi penetrasian cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam, sehingga proses fotosintesis tidak berlangsung dengan optimal (Tarigan dan Edward, 2003).

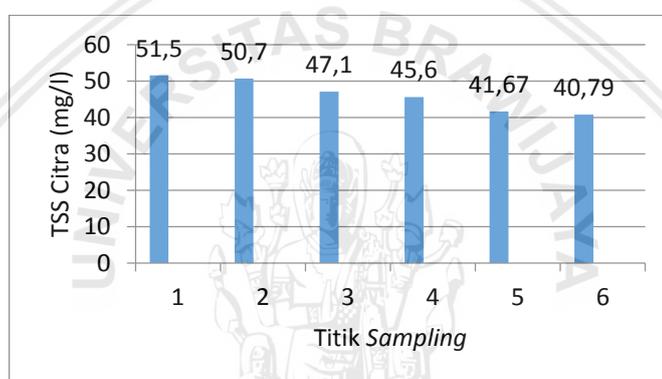
4.3.2 Analisis TSS Berdasarkan Data Citra

Berdasarkan **Tabel 9** diperoleh nilai TSS berkisar antara 40,79-51,5 mg/l. Nilai TSS tertinggi berada pada titik *sampling* 1 yakni 51,5 mg/l dan terendah pada titik *sampling* 6 yakni 40,79 mg/l. Adanya perbedaan hasil citra pada setiap titik *sampling* dapat dipengaruhi oleh tutupan awan. Menurut Affan (2011), bahwa sebaran TSS di laut dapat dipengaruhi oleh pasang surut, pergerakan arus, gelombang laut dan aktivitas manusia. Hasil analisis dengan menggunakan algoritma Laili diperoleh nilai TSS data citra seperti pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Peta Sebaran TSS Berdasarkan Data Citra

Berdasarkan **Gambar 10** dapat dilihat bahwa konsentrasi TSS terendah diwakili dengan warna putih dengan kisaran nilai $\leq 18,3$ mg/l dan konsentrasi tertinggi diwakili dengan warna oranye pekat dengan kisaran nilai $\leq 77,1$ mg/l. Pada setiap titik *sampling* memiliki warna oranye, hal tersebut menandakan bahwa konsentrasi TSS di perairan Dusun Kepetingan berkisar antara 33-62 mg/l. **Gambar 10** memperlihatkan bahwa pada titik *sampling* 6 yang berwarna oranye terang menunjukkan konsentrasi TSS estimasi terendah dan pada titik *sampling* 1 dan 2 yang berwarna oranye menunjukkan konsentrasi TSS tertinggi. Adapun konsentrasi TSS berdasarkan data citra dapat dilihat pada **Gambar 11**.



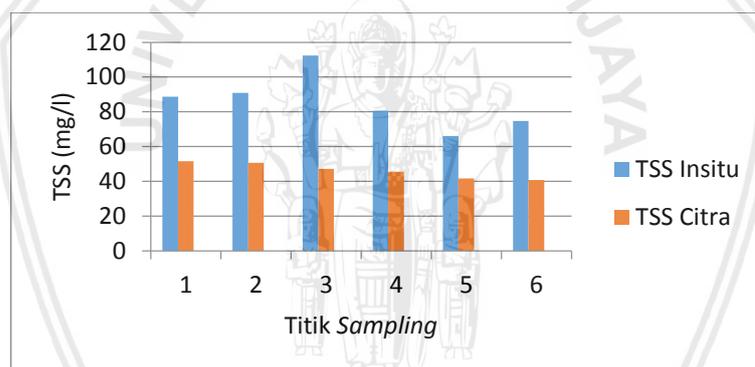
Gambar 11. Grafik Konsentrasi TSS Data Citra

Berdasarkan **Gambar 11** dapat dilihat bahwa rata-rata konsentrasi TSS sebesar 46,23 mg/l. Konsentrasi TSS estimasi tertinggi berada pada titik *sampling* 1 sebesar 51,5 mg/l dan konsentrasi TSS estimasi terendah berada pada titik *sampling* 6 sebesar 40,79 mg/l. Adanya perbedaan konsentrasi TSS estimasi pada setiap titik pengambilan sampel dapat dipengaruhi proses sedimentasi serta pola arus. Berdasarkan **Gambar 11** dapat diketahui bahwa arus yang membawa sedimen cenderung bergerak ke arah titik *sampling* 1 sehingga nilai TSS estimasi pada titik *sampling* tersebut lebih tinggi dari titik lainnya. Hal tersebut sesuai dengan Tarigan dan Edward (2003), bahwa sebaran padatan tersuspensi di laut dipengaruhi oleh aliran sungai ataupun dari udara dan perpindahan karena adanya pengikisan serta pola pergerakan arus. Nilai

TSS diperoleh dengan mengekstrak data citra Landsat menggunakan algoritma Laili. Prinsip penginderaan jauh menggunakan algoritma untuk mengekstrak nilai TSS adalah dengan menggunakan reflektan dari *band 2* dan *band 4*.

4.3.3 Uji Akurasi TSS Data *In Situ* dengan Data Citra

Berdasarkan data *in situ* TSS diperoleh nilai tertinggi sebesar 112,4 mg/l, nilai terendah 66,1 mg/l, rata-rata sebesar 85,58 mg/l, *Standard Error* (SE) = 6,52, Standar Deviasi (SD) = 15,98 dan *range* = 46,3. Berdasarkan data citra TSS diperoleh nilai tertinggi sebesar 51,5 mg/l, nilai terendah sebesar 40,79 mg/l, rata-rata sebesar 46,23 mg/l, *Standard Error* (SE) = 1,82, Standar Deviasi (SD) = 4,45 dan *range* = 10,71. Adapun perbandingan hasil pengukuran TSS *insitu* dengan data citra dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Nilai TSS *Insitu* dan Data Citra

Uji akurasi data yang diperoleh dari hasil pengolahan citra maupun analisis *in situ* untuk TSS dapat menggunakan rumus *RMS Error* pada *software* Microsoft Excel dengan mencari nilai akar dari jumlah selisih antara data *insitu* dengan data citra. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa RMSE pengukuran TSS sebesar 38,35. Nilai tersebut tergolong tinggi, dimana syarat minimum untuk nilai RMSE adalah <1 . Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan waktu antara pengambilan sampel dengan perekaman citra selama 1 bulan. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Rifqa (2018), menunjukkan hasil pengukuran RMSE sebesar 7,54 dengan perbedaan antara waktu pengambilan sampel

dengan perekaman citra selama 1 minggu. Laili *et al.* (2015), menambahkan bahwa pemodelan algoritma yang digunakan dapat mempengaruhi nilai ekstraksi TSS. Perbedaan hasil pengukuran TSS di lapang dengan data citra dapat disebabkan oleh akuisisi citra yang diperoleh berbeda dengan tanggal pengambilan sampel. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Nurandani *et al.* (2013), dimana perbedaan nilai TSS *insitu* dengan TSS estimasi/dugaan dapat disebabkan oleh perbedaan waktu perekaman citra dan kondisi citra yang dipengaruhi oleh tutupan kabut tipis (*haze*). Hal ini disebabkan Indonesia yang beriklim tropis sehingga daerah pesisir memiliki tingkat evaporasi yang tinggi menyulitkan peneliti untuk memperoleh citra yang bebas awan (Syah, 2010). Menurut Syah (2010), bahwa akurasi data yang lebih rendah antara *insitu* dengan citra disebabkan karena keterbatasan sifat gelombang elektromagnetik serta jarak yang jauh antara sensor dengan objek yang diamati.

4.4 Hasil Pengukuran Klorofil-a

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di pesisir Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur diperoleh nilai klorofil-a *insitu* dan citra di setiap titik pengambilan sampel tersaji pada

Tabel 10.

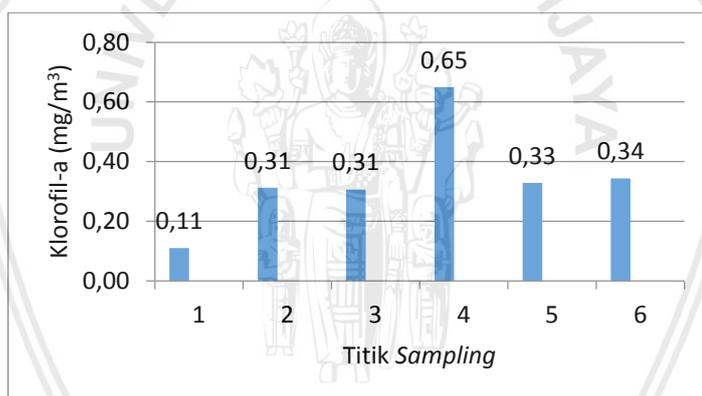
Tabel 10. Konsentrasi Klorofil-a berdasarkan Data *In Situ* dan Citra

Titik <i>Sampling</i>	Bujur Timur	Lintang Selatan	Klorofil-a (mg/m ³)		Kedalaman (cm)
			<i>In Situ</i>	Citra	
1	112°50'29"	7°27'30"	0,11	1,53	1-100
2	112°50'34"	7°28'19"	0,31	1,71	1-100
3	112°50'19"	7°29'11"	0,31	1,63	1-100
4	112°49'25"	7°28'54"	0,65	1,58	1-100
5	112°49'58"	7°29'52"	0,33	1,8	1-100
6	112°50'42"	7°30'30"	0,34	1,73	1-100



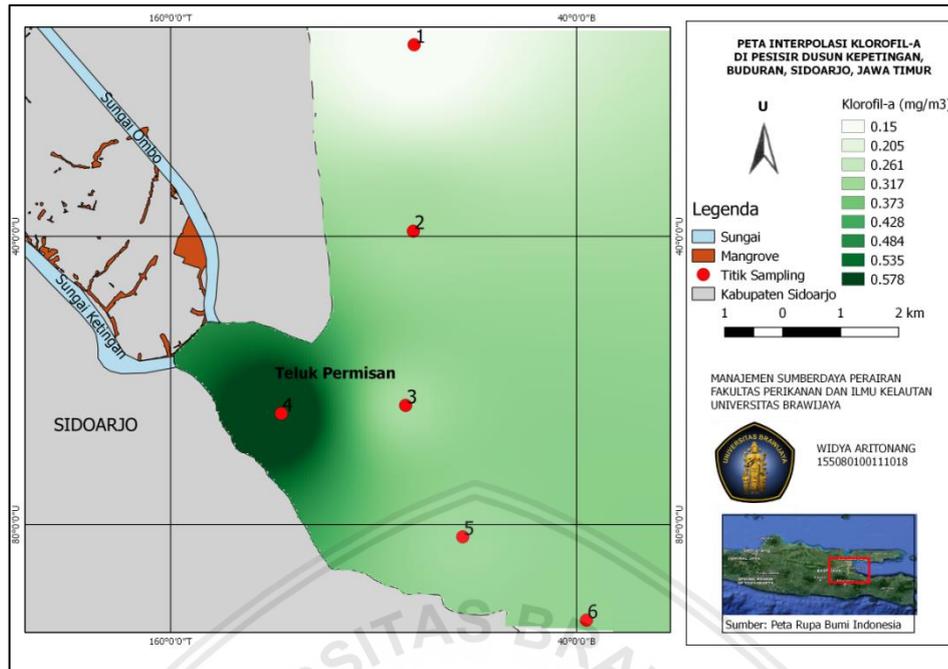
4.4.1 Analisis Klorofil-a Data *In Situ*

Berdasarkan **Tabel 10** diperoleh hasil konsentrasi klorofil-a berkisar antara 0,11-0,65 mg/m³ dengan rata-rata sebesar 0,34 mg/m³. Konsentrasi klorofil-a tertinggi terdapat pada titik *sampling* 4 dan terendah pada titik *sampling* 1. Adanya perbedaan nilai klorofil-a dapat dipengaruhi oleh masukan limbah yang mengandung nutrisi seperti nitrat dan fosfat terbawa bersama aliran sungai menuju muara sungai. Konsentrasi klorofil-a pada suatu perairan sangat tergantung pada ketersediaan nutrisi (Rachmawati *et al.*, 2014). Hal tersebut dapat dilihat pada hasil pengukuran TSS, pada titik *sampling* 1 lebih besar dibandingkan dengan titik *sampling* 4. Adapun hasil pengukuran klorofil-a pada setiap titik pengambilan sampel tersaji pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Grafik Konsentrasi Klorofil-a

Berdasarkan **Gambar 12** dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a di pesisir Dusun Kepetingan relatif rendah. Berdasarkan indeks NOAA dalam Irawaty (2014), konsentrasi klorofil-a sebesar 0-5 µg/L tergolong ke dalam tingkat kesuburan yang rendah, tingkat kesuburan sedang berkisar >5 - ≤20 µg/L, tingkat kesuburan tinggi berkisar >20 - ≤60 µg/L dan tergolong eutrofik apabila melebihi 60 µg/L. Adapun sebaran konsentrasi klorofil-a berdasarkan data *in situ* tersaji pada **Gambar 14**.



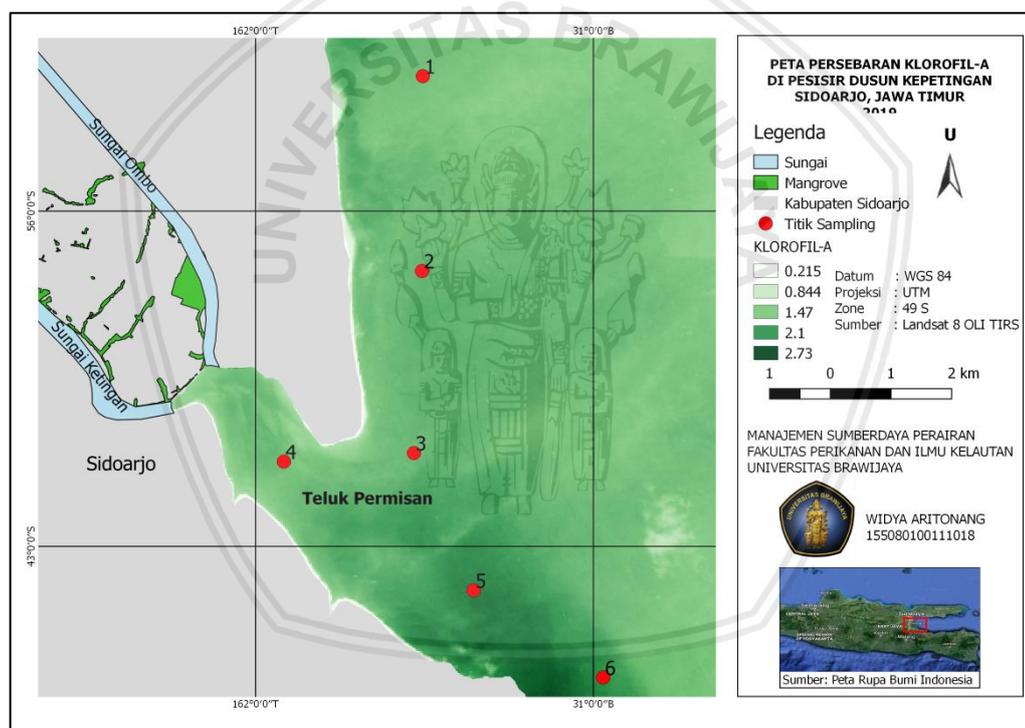
Gambar 14. Peta Interpolasi Klorofil-a *In situ*

Berdasarkan hasil analisis dengan interpolasi hasil *in situ* diperoleh nilai klorofil-a pada perairan pesisir Dusun Kepetingan yakni seperti pada **Gambar 14**. Konsentrasi klorofil-a mulai dari yang terendah dengan warna putih dengan kisaran nilai klorofil-a 0,15-0,205 mg/m³ terdapat pada stasiun 1. Kisaran klorofil-a pada 0,261-0,428 mg/m³ ditandai dengan warna hijau muda terdapat pada stasiun 2, 3, 5 dan 6. Konsentrasi sebaran klorofil-a dengan kisaran 0,535-0,6 mg/m³ ditandai dengan warna hijau tua terdapat pada titik *sampling* 4. Berdasarkan **Gambar 14** dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a tertinggi terletak pada titik 4 yang diduga mendapat suplai nutrisi yang berasal dari limbah warga dusun Kepetingan sehingga mempengaruhi kehidupan fitoplankton. Secara umum hasil pengukuran klorofil-a tinggi pada daerah muara sungai dan menurun pada daerah laut. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Racmawati *et al.* (2014) dan Wirasatriya (2011), bahwa pola sebaran klorofil-a menunjukkan adanya gradasi nilai konsentrasi klorofil-a yakni tinggi di muara sungai dan semakin rendah menuju ke arah laut lepas. Faktor yang sangat mempengaruhi hal tersebut adalah distribusi nutrisi, sesuai

dengan Aida dan Utomo (2012) bahwa konsentrasi klorofil-a yang tinggi disebabkan karena adanya akumulasi nutrien yang berasal dari sungai-sungai yang mengalir menuju muara sungai, sedangkan pada perairan yang sudah menjauh dari muara sungai kandungannya semakin rendah.

4.4.2 Analisis Klorofil-a Data Citra

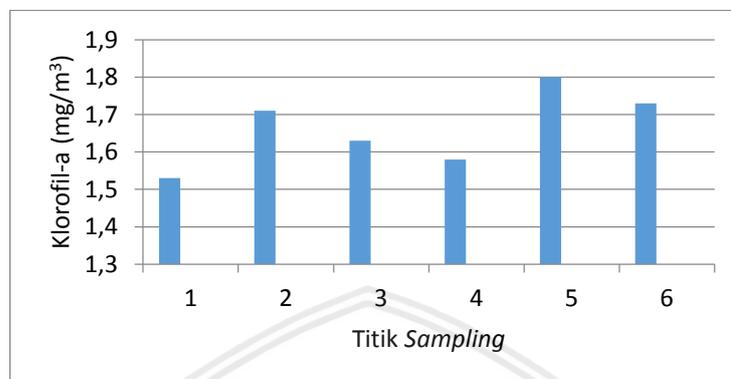
Analisis melalui citra satelit melalui beberapa tahap, antara lain koreksi atmosferik dengan metode *Top of Atmosphere* (TOA). Pada tahap ini, *band* yang digunakan adalah *band* 4 dan *band* 5 dari landsat 8. Hasil analisis klorofil-a dapat dilihat pada **Gambar 15**.



Gambar 15. Peta Sebaran Klorofil-a Berdasarkan Data Citra Landsat 8 OLI

Berdasarkan **Gambar 15** dapat dilihat bahwa konsentrasi klorofil-a terendah diwakili dengan warna putih kehijauan dengan kisaran nilai $\leq 0,215$ mg/m^3 sampai dengan konsentrasi tertinggi diwakili dengan hijau tua dengan kisaran nilai $\leq 2,73$ mg/m^3 . Pada setiap titik *sampling* memiliki warna hijau hal tersebut menandakan bahwa konsentrasi klorofil-a di perairan Dusun Kepetingan berkisar antara 1,47-2,73 mg/m^3 . Menurut Prasasti (2015), bahwa klorofil-a

memiliki sifat absorbansi yang tinggi pada kanal biru dan merah serta pantulan maksimum terjadi pada kanal hijau. Adapun konsentrasi klorofil-a berdasarkan data citra dapat dilihat pada **Gambar 16**.



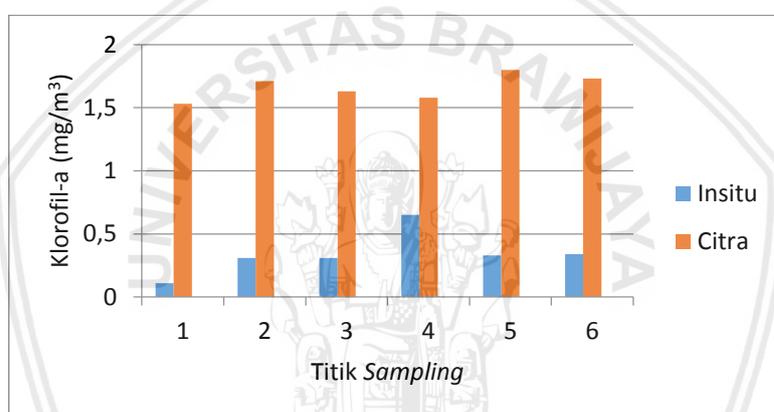
Gambar 16. Grafik Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Data Citra

Adanya perbedaan konsentrasi klorofil-a di setiap titik *sampling* dapat dipengaruhi oleh bahan tersuspensi (TSS) yang tinggi. Dapat dilihat pada **Gambar 16** bahwa konsentrasi klorofil-a terendah berada pada titik *sampling* 1 sebesar 1,53 mg/m³ dimana hasil citra yang sama menunjukkan nilai TSS tertinggi sebesar 51,5 mg/l pada titik tersebut. Konsentrasi klorofil-a tertinggi berada pada titik *sampling* 6 sebesar 1,73 mg/m³ dimana hasil citra yang sama menunjukkan nilai TSS terendah sebesar 40,79 mg/l pada titik tersebut. Dapat diduga bahwa semakin tinggi TSS di perairan maka konsentrasi klorofil-a menurun. Hal tersebut didukung oleh Tarigan dan Edward (2003), dimana tingginya zat padat tersuspensi di perairan akan menghambat penetrasi cahaya matahari sehingga proses fotosintesis tidak berlangsung sempurna. Faktor lain yang dapat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a adalah nutrisi seperti nitrat dan fosfat yang berasal dari limbah buangan masyarakat. Tingginya nilai klorofil-a bergantung pada kelimpahan fitoplankton di perairan dan kelimpahan fitoplankton ditentukan oleh kandungan nutrisi terutama fosfor (Aida dan Utomo, 2012). Menurut Parsons *et al.* (1984), bahwa klorofil-a merupakan pigmen yang

paling umum terdapat pada fitoplankton sehingga konsentrasi fitoplankton sering dinyatakan dalam konsentrasi klorofil-a.

4.4.3 Uji Akurasi Klorofil-a Data *In Situ* dengan Data Citra

Berdasarkan data *in situ* klorofil-a diperoleh nilai tertinggi sebesar 0,65 mg/m³, nilai terendah sebesar 0,11 mg/m³, rata-rata sebesar 0,34 mg/m³, SE = 0,072, SD = 0,17 dan *range* = 0,54. Berdasarkan data citra klorofil-a diperoleh nilai tertinggi sebesar 1,71 mg/m³, nilai terendah sebesar 1,53 mg/m³, rata-rata sebesar 1,67 mg/m³, SE = 0,04, SD = 0,1 dan *range* = 0,27. Adapun grafik perbandingan hasil antara data *insitu* dan data citra tersaji pada **Gambar 17**.



Gambar 17. Grafik Perbandingan Klorofil-a Data *In Situ* dan Data Citra

Untuk mengetahui akurasi data yang diperoleh dari hasil pengolahan citra maupun analisis *in situ* untuk klorofil-a dapat menggunakan rumus RMS Error pada *software* Microsoft Excel dengan mencari nilai akar dari jumlah selisih antara data *in situ* dengan data citra. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa RMSE pengukuran klorofil-a sebesar 1,27. Nilai tersebut melebihi syarat minimum untuk nilai RMSE sebesar <1. Besarnya nilai RMSE yang diperoleh pada penelitian ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan waktu antara pengambilan sampel dengan data perekaman citra. Citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini memiliki perbedaan waktu kurang lebih satu bulan. Hal tersebut disebabkan oleh citra satelit yang tersedia pada tanggal pengambilan

sampel tertutupi oleh awan yang tebal, sehingga tidak dapat digunakan untuk mengestimasi nilai klorofil-a. Menurut Syah (2010), bahwa akurasi data citra dapat menurun apabila citra satelit mengalami gangguan atmosfer, awan maupun tutupan kabut tipis (*haze*) yang akan mempengaruhi nilai spektral pada citra satelit yang dapat mempengaruhi proses input algoritma. Rendahnya akurasi antara data *in situ* dengan data citra dapat dipengaruhi oleh penggunaan algoritma. Menurut Jaelani *et al.* (2016), bahwa pendugaan kualitas air di suatu perairan seperti klorofil-a yang diperoleh melalui data citra satelit sangat bergantung pada tutupan awan dan penggunaan algoritma.

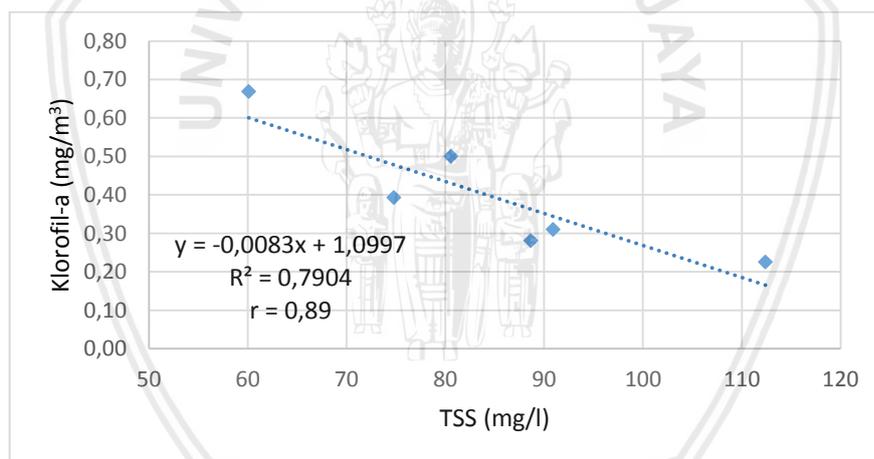
4.5 Sebaran TSS dan Klorofil-a di Perairan Pesisir Dusun Kepetingan

Hasil interpolasi dan ekstraksi citra satelit pada sebaran TSS dan klorofil-a menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap titik pengambilan sampel. Berdasarkan **Gambar 9**, dapat dilihat bahwa adanya gradasi nilai TSS yaitu tinggi pada daerah muara sungai dan semakin rendah menuju arah laut lepas. Hal tersebut diduga adanya proses sedimentasi yang terjadi di sungai Ketingan dan sungai Ombo serta terbawa bersama dengan arus menuju muara sungai. Sesuai dengan pendapat Winarsih (2016), menunjukkan bahwa konsentrasi TSS mengalami penurunan ke arah laut yang diakibatkan oleh adanya pengenceran oleh air laut ketika material tersebut mencapai laut. Berdasarkan **Gambar 14**, dapat dilihat bahwa adanya gradasi nilai klorofil-a yaitu tinggi pada daerah muara sungai yang mendapat masukan nutrien dari sungai Ketingan dan sungai Ombo atau pada Teluk Permisan dan semakin rendah menuju arah laut. Konsentrasi klorofil-a tertinggi berada pada titik 4 dan rendah pada titik 1. Konsentrasi yang tinggi terlihat di dalam area Teluk disebabkan karena pada area tersebut menjadi tempat akumulasi nutrien yang berasal dari sungai yang bermuara ke teluk (Wirasatriya, 2011). Berdasarkan **Gambar 10**, konsentrasi TSS *in situ* pada titik 1

dan 2 cenderung tinggi, hasil yang sama ditunjukkan pada konsentrasi citra tinggi berada pada titik 1 dan 2 serta konsentrasi yang rendah berada pada titik 5 dan 6. Hal ini menunjukkan adanya pola arus yang cenderung bergerak menuju utara. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wirasatriya (2011), bahwa pola arus dapat mempengaruhi distribusi suspensi terlarut.

4.6 Hubungan TSS dan Klorofil-a

Analisis hubungan antara klorofil-a dan TSS di pesisir Dusun Kepetingan, Sidoarjo, Jawa Timur dilakukan dengan menggunakan regresi linier sederhana pada data *in situ*. Terdapat dua variabel yakni x dan y, dimana variabel bebas (x) adalah TSS dan variabel terikat (y) adalah klorofil-a. Grafik hubungan antara TSS dan klorofil-a dapat dilihat pada **Gambar 18**.



Gambar 18. Grafik Hubungan TSS dan Klorofil-a

Model regresi linier antara TSS dan klorofil-a adalah $y = -0,0083x + 1,0997$. Model regresi menunjukkan apabila nilai $b = -0,0083$ maka dengan meningkatnya TSS sebesar 1 mg/l akan menurunkan konsentrasi klorofil-a di perairan sebesar 0,0083 mg/m³. Nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,89 artinya 89% konsentrasi TSS mempengaruhi klorofil-a di perairan. Nilai R menunjukkan hubungan yang kuat antara TSS dan klorofil-a di perairan Pesisir Dusun Kepetingan, Sidoarjo, Jawa Timur. Tingginya nilai TSS di perairan akan menyebabkan kekeruhan,

kemudian akan menghalangi penetrasian cahaya matahari yang masuk ke badan air sehingga mempengaruhi kehidupan fitoplankton. Fitoplankton membutuhkan cahaya matahari yang optimum untuk dapat hidup. Fitoplankton memiliki kandungan klorofil-a yang digunakan dalam proses fotosintesis, sehingga tingginya nilai TSS secara tidak langsung akan mempengaruhi konsentrasi klorofil-a melalui kehidupan fitoplankton. Hal tersebut sesuai dengan Pratiwi *et al.* (2007), bahwa bahan tersuspensi dapat menghambat penetrasi cahaya ke perairan sehingga akan mempengaruhi aktivitas organisme di laut. Berikut pedoman untuk memberikan interpretasi terhadap koefisien korelasi:

Tabel 11. Pedoman Interpretasi terhadap Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2011)

4.7 Parameter Kualitas Air

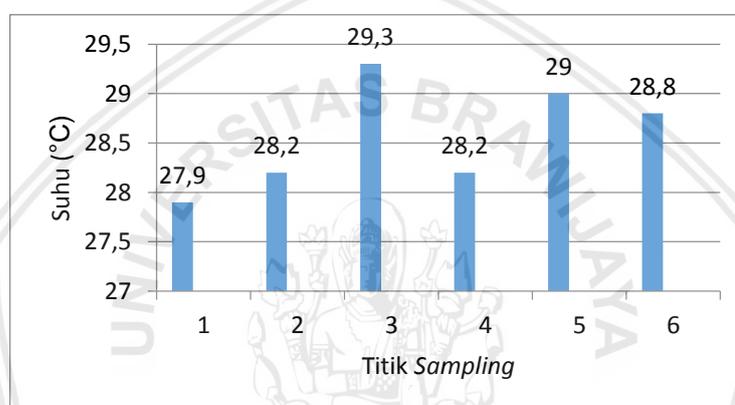
Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air berdasarkan aspek fisika dan kimia meliputi kecerahan, pH, nitrat, fosfat dan salinitas. Hasil pengukuran kualitas air yang dilakukan di pesisir Dusun Kepetingan, Desa Sawohan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 12.**

Tabel 12. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Titik <i>Sampling</i>	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	pH	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Salinitas (ppt)
1	27,9	31	7,2	8,256	0,5426	26
2	28,2	39	7,3	3,584	0,3168	27
3	29,3	50	7,3	8,84	3,826	24
4	28,2	28	7,4	7,361	1,282	17
5	29	25,75	7,4	2,898	0,3052	29
6	28,8	20	7,2	4,857	0,3746	28

4.7.1 Suhu

Berdasarkan **Tabel 12**, diperoleh hasil pengukuran suhu berkisar antara 27,9-29,3°C. Hasil pengukuran suhu pada enam titik pengambilan sampel rata-rata sebesar 28,5°C. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Nontji (1993), suhu air permukaan di perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28-31°C. Hasil pengukuran suhu tertinggi terdapat pada titik *sampling* 3 dan terendah pada titik *sampling* 1. Adapun hasil pengukuran suhu pada setiap titik pengambilan sampel tersaji pada **Gambar 19**.



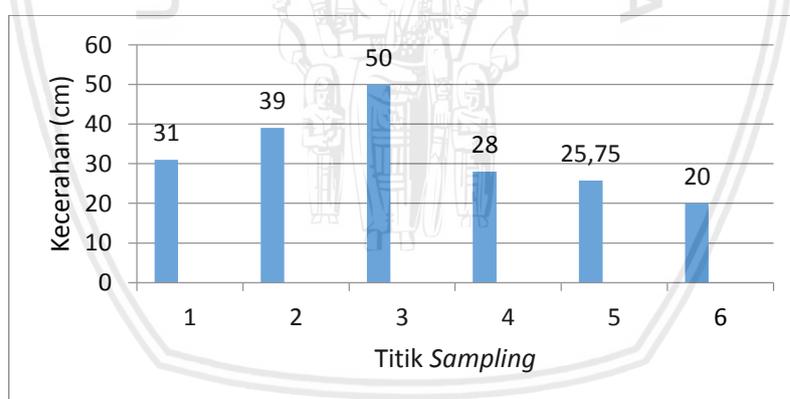
Gambar 19. Grafik Nilai Suhu

Berdasarkan **Gambar 19** dapat dilihat bahwa suhu tertinggi sebesar 29,3°C berada pada titik *sampling* 3 dan suhu terendah sebesar 27,9°C berada pada titik *sampling* 1. Pola distribusi suhu menunjukkan semakin menurun ke arah laut. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Simanjuntak (2009), bahwa pola distribusi horizontal suhu terlihat dimana semakin jauh dari pantai nilai suhu semakin menurun. Suhu air permukaan di perairan Indonesia umumnya berkisar antara 28-31°C (Effendi, 2003). Lokasi pengambilan sampel titik 1 berada dekat dengan laut dan dilakukan pada saat cuaca sedikit berawan, sehingga mempengaruhi hasil pengukuran suhu permukaan laut. Suhu air di permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi. Faktor-faktor meteorologi yang dapat mempengaruhi pengukuran suhu adalah curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari (Nontji,

1993). Adanya peningkatan suhu secara langsung dapat mempengaruhi proses fotosintesis oleh fitoplankton. Menurut Simanjuntak (2009), bahwa pengaruh suhu secara langsung terhadap plankton adalah meningkatkan laju fotosintesis meningkat seiring dengan kenaikan suhu (dari 10-20°C).

4.7.2 Kecerahan

Berdasarkan **Tabel 12** hasil pengukuran kecerahan air yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan pada bulan Maret di setiap titik pengambilan sampelnya yakni berkisar antara 20-50 cm dengan nilai rata-rata 32,3 cm. Nilai kecerahan tertinggi terdapat pada titik 3 yakni 50 cm, sedangkan nilai kecerahan terendah yakni 20 cm terdapat pada titik 6. Perbedaan hasil pengukuran dapat dipengaruhi oleh bahan tersuspensi di perairan yang dapat meningkatkan nilai kekeruhan perairan tersebut (Pratiwi *et al.*, 2007). Adapun nilai kecerahan tiap titik sampel tersaji pada **Gambar 20**.



Gambar 20. Grafik Nilai Kecerahan

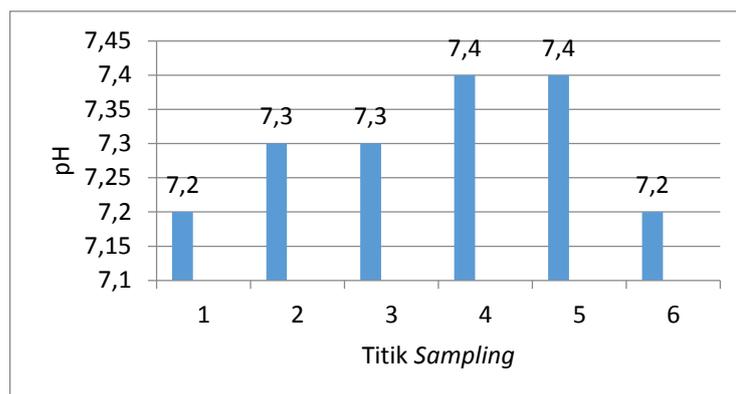
Berdasarkan **Gambar 19** dapat dilihat bahwa secara umum tingkat kecerahan perairan pesisir Kepetingan tergolong rendah, apabila dibandingkan dengan baku mutu air laut yang peruntukkannya bagi biota laut yaitu > 5 m (KEPMEN LH No. 54 Tahun 2001). Kecerahan pesisir Dusun Kepetingan yang sangat rendah dapat dilihat dari warna air yang cenderung kecoklatan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Aida dan Utomo (2012), menurutnya kecerahan perairan bergantung pada warna, tingkat

kekeruhan (*turbidity*), keadaan cuaca, waktu pengukuran dan jumlah padatan tersuspensi (TSS). Pada saat pengukuran, cuaca di pesisir Kepetingan cenderung berawan sehingga cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan kurang maksimal. Tingkat kecerahan dapat dipengaruhi oleh tingkat sedimentasi yang berasal dari sungai dan masuk ke laut (Riyadi *et al.*, 2005). Tingkat kecerahan yang rendah mengindikasikan laju sedimentasi yang tinggi dan dapat menyebabkan total bahan tersuspensi meningkat pada perairan tersebut. Bahan tersuspensi dapat menghambat penetrasi cahaya ke perairan sehingga akan mempengaruhi aktivitas organisme di laut (Pratiwi *et al.*, 2007).

Pengukuran kecerahan bertujuan untuk mengetahui keberadaan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan. Cahaya matahari berperan penting dalam kaitannya dengan penglihatan, fotosintesa dan pemanasan (Riyadi *et al.*, 2005). Sinar matahari merupakan sumber energi bagi kehidupan biota di perairan, terutama organisme autotrof seperti fitoplankton yang melakukan proses fotosintesis di perairan. Tingkat kecerahan memberikan gambaran kedalaman eufotik yang secara tidak langsung akan menentukan produktivitas perairan (Pratiwi *et al.*, 2007). Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kecerahan perairan pesisir Kepetingan termasuk rendah dan kurang optimal untuk proses fotosintesis.

4.7.3 pH

Berdasarkan **Tabel 12** hasil pengukuran pH yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan pada bulan Maret di setiap titik pengambilan sampel yakni berkisar antara 7,2-7,4. Nilai pH yang diperoleh cenderung stabil dan optimum, sesuai dengan KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004 bahwa baku mutu pH air laut berkisar 7-8,5. Adapun nilai pH pada setiap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 21**.



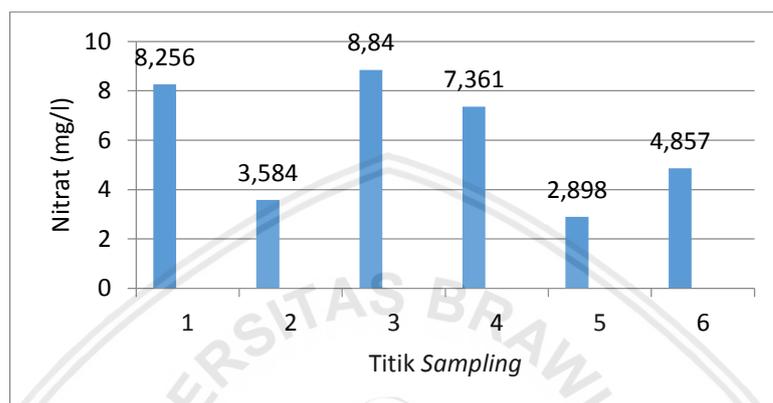
Gambar 21. Grafik Nilai pH

Berdasarkan **Gambar 21** dapat dilihat bahwa hasil pengukuran pH di 6 titik *sampling* bervariasi. Adanya perbedaan nilai pH air laut dapat dijadikan sebagai salah satu identifikasi kualitas air laut, dimana pada kisaran nilai pH tertentu dapat mengindikasikan terjadinya perubahan dalam perairan (Souhoka dan Patty, 2013). Perbedaan nilai pH di laut disebabkan oleh adanya proses dekomposisi bahan organik yang banyak menghasilkan CO_2 (Effendi, 2003). Besarnya nilai pH di laut sangat menentukan dominansi fitoplankton yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaan nutrisi (nitrat dan fosfat) di laut (Megawati *et al.*, 2014). Hasil penelitian menunjukkan nilai pH di perairan pesisir Dusun Kepetingan relatif stabil untuk pH air laut. Nilai pH tersebut masih memungkinkan biota laut untuk bertahan hidup. Susana (2005) memberikan kisaran pH yang ideal bagi biota laut antara 6,5-8,5. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dan perbandingan dengan beberapa literatur dapat disimpulkan bahwa nilai pH di perairan pesisir Dusun Kepetingan masih optimum dan mendukung kehidupan biota laut.

4.7.4 Nitrat

Berdasarkan **Tabel 12** hasil pengukuran nitrat yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan pada bulan Maret di setiap titik pengambilan sampel yakni berkisar antara 2,898 – 8,84 mg/l. Konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada

titik 3 dan terendah terdapat pada titik 5. Konsentrasi nitrat di pesisir Dusun Kepetingan tergolong tinggi, hal tersebut sesuai dengan KEPMEN LH No. 54 Tahun 2001 bahwa baku mutu nitrat di perairan sebesar 0,008 mg/l. Adapun konsentrasi nitrat pada setiap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 22**.



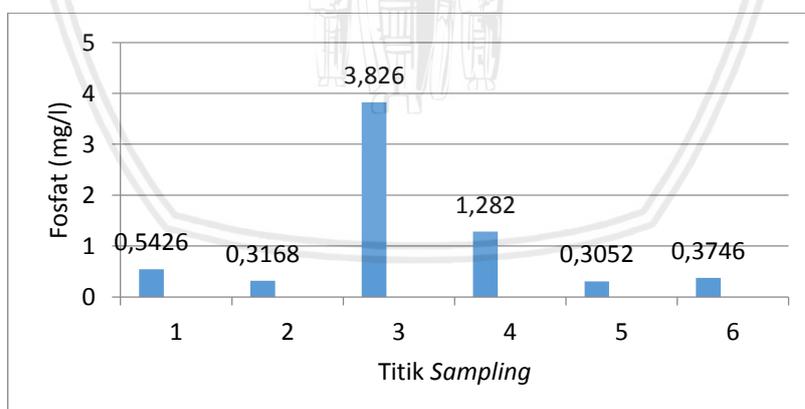
Gambar 22. Grafik Konsentrasi Nitrat

Berdasarkan **Gambar 22** dapat dilihat bahwa terdapat variasi konsentrasi nitrat pada setiap titik pengambilan sampel. Konsentrasi nitrat tertinggi berada pada titik *sampling* 3 sebesar 8,84 mg/l dan terendah pada titik *sampling* 5 sebesar 2,898 mg/l. Tingginya konsentrasi nitrat di permukaan perairan dapat terjadi akibat adanya pengadukan dasar perairan yang kuat, sehingga nutrisi seperti nitrat berada di dasar perairan terangkat ke lapisan permukaan. Sumber nitrat di perairan adalah hasil metabolisme organisme laut dan hasil proses pembusukan yang terangkat naik ke atas karena adanya pengaruh dari arus (Megawati *et al.*, 2014). Berdasarkan **Gambar 22** dapat dilihat secara keseluruhan konsentrasi nitrat di pesisir Dusun Kepetingan melampaui batas yang telah ditentukan dalam KEPMEN LH No. 51 Tahun 2001. Hal tersebut dapat dilihat pada saat kegiatan pengambilan sampel di lapangan dimana aliran sungai membawa banyak sampah yang dibuang oleh masyarakat secara langsung ke sungai, selain itu pintu air tambak yang mengandung nutrisi seperti nitrat yang terdapat dalam pupuk langsung dialirkan menuju sungai. Sesuai

dengan Risamasu dan Prayitno (2011), menyatakan bahwa sumber peningkatan kadar nitrat di perairan umumnya dari limbah perkotaan, industri dan pertanian yang banyak mengandung pupuk. Pengaruh melimpahnya nitrat yang tidak dapat terkendali di laut dapat mengganggu ekosistem perairan yaitu terjadinya eutrofikasi (Susana, 2005). Menurut Wetzel (1975), kadar nitrat yang melebihi 5 mg/l tergolong eutrofik dan menggambarkan telah terjadinya pencemaran. Berdasarkan hasil penelitian pada parameter nitrat yang didapatkan dan sesuai dengan literatur maka perairan Dusun Kepetingan tergolong tercemar.

4.7.5 Fosfat

Berdasarkan **Tabel 12** hasil pengukuran fosfat yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan pada bulan Maret di setiap titik pengambilan sampel yakni berkisar antara 0,3052 – 3,826 mg/l. Menurut Tarigan dan Edward (2003), kadar fosfat ini masih sesuai dengan kadar fosfat di laut pada umumnya, kadar fosfat yang normal di laut berkisar antara 0,01-4,0 mg/l. Adapun konsentrasi fosfat pada setiap titik pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 23**.



Gambar 23. Grafik Konsentrasi Fosfat

Berdasarkan **Gambar 23** dapat dilihat bahwa konsentrasi fosfat tertinggi terdapat pada titik 3 sebesar 3,826 mg/l dan kadar fosfat terendah terdapat pada titik 5 sebesar 0,3052 mg/l. Tingginya konsentrasi fosfat pada setiap titik pengambilan sampel dapat dipengaruhi oleh masukan limbah domestik. Hal tersebut terlihat pada saat kegiatan pengambilan sampel di lapang, dimana

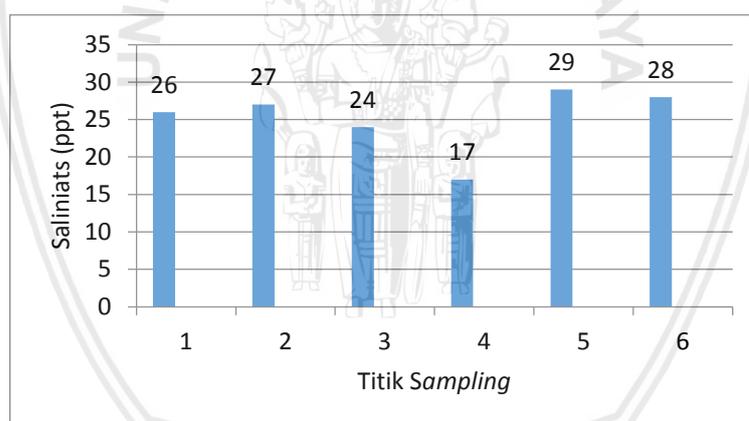
banyak sampah rumah tangga seperti popok bayi, bungkus makanan yang ditemukan sepanjang sungai serta limbah pupuk dari tambak yang langsung dialirkan ke sungai. Menurut Radiarta (2013), bahwa meningkatnya kandungan unsur hara seperti fosfat dapat disebabkan oleh masuknya limbah domestik atau pertanian yang banyak mengandung nutrien. Daerah dekat dengan muara sungai atau perairan yang dekat dengan perkampungan penduduk umumnya memiliki kadar fosfat yang tinggi. Fosfat merupakan salah satu unsur hara penting yang berhubungan dengan tingkat kesuburan perairan, serta dapat diketahui melalui kelimpahan fitoplankton (Nontji, 1993). Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi fosfat di pesisir Dusun Kepetingan cukup tinggi, hal tersebut sesuai dengan KEPMEN LH No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Kualitas Air bahwa kadar fosfat di perairan sebesar 0,015 mg/l.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat di pesisir Dusun Kepetingan cenderung tinggi pada titik 3 dan 4 dan rendah pada titik 1, 2, 5 dan 6. Konsentrasi fosfat tertinggi yang terdapat pada titik 3 merupakan daerah muara sungai dan menurun pada daerah laut. Menurut Muchtar dan Simanjuntak (2008), bahwa kandungan fosfat umumnya semakin menurun menuju ke arah laut (*off shore*). Pada perairan pesisir, sungai membawa sampah dan sumber fosfat dari daratan yang dapat mengakibatkan konsentrasi di muara sungai lebih besar dari sekitarnya. Secara umum, konsentrasi fosfat di seluruh titik pengambilan sampel melebihi Baku Mutu Air Laut. Penyebab tingginya konsentrasi fosfat di perairan dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti peristiwa *upwelling*, pergerakan massa air dari bawah ke atas akan membawa zat hara yang terakumulasi di lapisan bawah ke atas permukaan (Simanjuntak, 2009). Senyawa fosfat berperan cukup besar terhadap terjadinya proses eutrofikasi yang menyebabkan *blooming alga* (Megawati *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil pengukuran fosfat dan studi literatur maka perairan Dusun Kepetingan dapat dikatakan telah melebihi baku mutu.

4.7.6 Salinitas

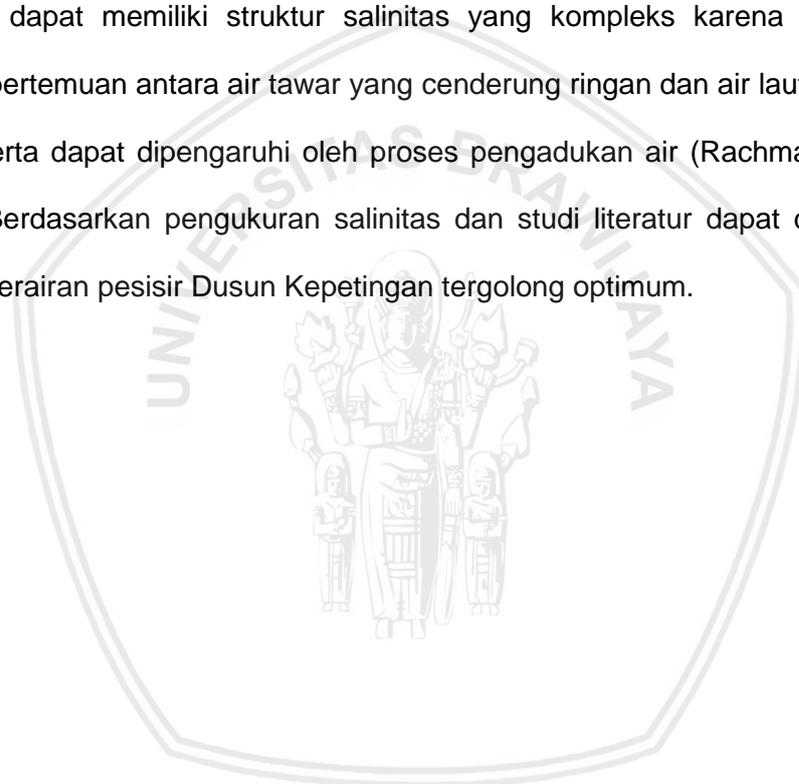
Berdasarkan **Tabel 12** hasil pengukuran salinitas yang diperoleh pada penelitian yang dilakukan pada bulan Maret di setiap titik pengambilan sampelnya yakni berkisar antara 17-29 ppt. Hal tersebut sesuai dengan Baku Mutu Air Laut (KEPMENLH No. 51 Tahun 2004), bahwa nilai salinitas perairan dapat <5 dari kondisi alami. Adanya perbedaan hasil pengukuran salinitas dapat disebabkan oleh letak geografis dimana pada titik 4 berada di muara sungai dan titik 5 berada dekat dengan laut. Menurut Nybakken (1992), bahwa salinitas air laut lebih tinggi daripada air tawar. Adapun hasil pengukuran salinitas pada setiap titik pengambilan sampel tersaji pada **Gambar 24**.



Gambar 24. Grafik Nilai Salinitas

Berdasarkan **Gambar 24** dapat dilihat bahwa nilai salinitas tertinggi terdapat pada titik 5 sebesar 29 ppt dan nilai salinitas terendah terdapat pada titik 4 sebesar 17 ppt. Menurut Nontji (1993), pada perairan samudra salinitas biasanya berkisar antara 34-35‰. Adanya proses pengenceran, seperti pengaruh aliran sungai menuju laut menyebabkan salinitas menurun. Hal yang sebaliknya di daerah memiliki penguapan sangat kuat, salinitas meningkat tinggi. Klasifikasi air berdasarkan salinitasnya menurut Nontji dapat disederhanakan sebagai berikut:

air tawar: 0-0,5‰, air payau 0,5-17‰ dan air laut lebih dari 17‰. Perbedaan hasil yang diperoleh pada penelitian dapat dipengaruhi oleh curah hujan. Hal tersebut sesuai dengan Nontji (1993), bahwa sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi, curah hujan, penguapan dan aliran sungai. Salinitas juga dipengaruhi oleh siklus harian dengan pasang-surut airnya (Yuliana *et al.*, 2012). Pada titik 4 yang berada di muara sungai diperoleh nilai salinitas sebesar 17 ppt, hal tersebut disebabkan pada daerah estuaria dapat memiliki struktur salinitas yang kompleks karena merupakan daerah pertemuan antara air tawar yang cenderung ringan dan air laut yang lebih berat, serta dapat dipengaruhi oleh proses pengadukan air (Rachmawati *et al.*, 2014). Berdasarkan pengukuran salinitas dan studi literatur dapat disimpulkan bahwa perairan pesisir Dusun Kepetingan tergolong optimum.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan analisis TSS di perairan Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo diperoleh hasil *in situ* berkisar pada 66,1-112,4 mg/l dan ekstraksi data TSS citra berkisar pada 40,79-52,5 mg/l.
- 2) Berdasarkan analisis klorofil-a di perairan Dusun Kepetingan, Kecamatan Buduran, Kabupaten Sidoarjo diperoleh hasil *in situ* berkisar pada 0,11-0,65 mg/m³ dan data ekstraksi data klorofil-a citra berkisar pada 1,53-1,73 mg/m³.
- 3) Nilai keakuratan antara data *in situ* dan data citra satelit didapatkan RMSE TSS dan klorofil-a masing-masing adalah 38,35 dan 1,27.
- 4) Nilai koefisien korelasi (R) antara TSS dan klorofil-a sebesar 0,89 artinya 89% konsentrasi TSS mempengaruhi klorofil-a di perairan.

5.2 Saran

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perairan pesisir Dusun Kepetingan telah mengalami perubahan secara fisika, kimia dan biologi akibat aktivitas masyarakat sekitar dan masukan limbah dari aliran sungai. Saran kepada pemerintah untuk melakukan rencana pengelolaan terhadap kawasan Sungai Ketingan sampai menuju Teluk Permisan agar memiliki ekosistem yang berlanjut. Untuk penelitian selanjutnya bagi kalangan akademisi agar mendapatkan hasil yang lebih akurat sebaiknya penelitian dilakukan pada saat yang bersamaan dengan perekaman citra satelit.

DAFTAR PUSTAKA

- Abida, I. W. 2010. Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Muara Sungai Porong Sidoarjo. *Jurnal Kelautan*. **3** (1): 36-40.
- Affan, J. M. 2011. Seleksi Lokasi Pengembangan Budidaya dalam Keramba Jaring Apung (KJA) Berdasarkan Faktor Lingkungan dan Kualitas Air di Perairan Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Sains MIPA*. **17** (3): 99-106.
- Aida, S. N. dan A. D. Utomo, 2012. Tingkat Kesuburan Perairan Waduk Kedung Ombo di Jawa Tengah. *Bawal*. **4** (1): 59-66.
- Ali, A., Soemarno dan M. Purnomo. 2013. Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air Sungai Metro di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Jurnal Bumi Lestari*. **13**(2): 265-274.
- Ambarwulan, W. 2002. Penggunaan Citra SPOT-HRV Melalui Pendekatan Statistik untuk Pemetaan Bahan Tersuspensi di Teluk Banten. *Prosiding Forum Komunikasi Geospasial Nasional Tahun 2002*. 108-114.
- American Public Health Association (APHA). 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges*. Edisi 17. New Yorl. 1527 hlm.
- American Public Health Association and American Water Works Association. 2012. *Standard Method For The Examination of Water and Wastewater*. APHA-AWWA.
- Andana, E. K. 2015. Pengembangan Data Citra Satelit Landsat 9 untuk Pemetaan Area Tanaman Holtikultura dengan Berbagai Metode Algoritma Indeks Vegetasi (Studi Kasus: Kabupaten Malang dan Sekitarnya). *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XXII-ITS*. Surabaya.
- Andini, V. M., I. Mutiara dan Y. Witasari. 2015. Studi Persebaran *Total Suspended Solid* (TSS) Menggunakan Citra Aqua Modis di Laut Senenu, Nusa Tenggara Barat. *GEOID*. **10** (2): 204-213.
- Andriyono, S. 2010. Kondisi Muara Porong Berdasarkan Indeks Klorofil-a dan *Total Suspended Solid* (TSS). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. **2** (2): 171-177.
- Ariana, D., J. Samiaji dan S. Nasution. 2014. Komposisi Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton Perairan Laut Riau. 1-15.
- Arief, M., S. W. Adawiah, M. Hartuti, dan E. Parwati. 2016. Algoritma Dua Dimensi untuk Estimasi Padatan Tersuspensi Menggunakan Data Satelit Landsat-8 Studi Kasus: Teluk Lampung. *Jurnal Penginderaan Jauh*. **13** (2): 109-120.

- Arizuna, M., D. Suprpto dan M. R. Muskananfolo. 2014. Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air Pori Sedimen di Sungai dan Muara Sungai Wedung Demak. *Journal of Maquares*. **3** (1): 7-16.
- Aryawati, R. dan H. Thoha. 2011. Hubungan Kandungan Klorofil-a dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Berau Kalimantan Timur. *Maspari Journal*. (2): 89-94.
- Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). 2002. Penggunaan Citra SPOT-HRV melalui Pendekatan Statistik untuk Pemetaan Bahan Tersuspensi di Teluk Banten.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sidoarjo. 2018. Kecamatan Buduran dalam Angka 2018.
- Budhiman, S. 2005. Pemetaan Sebaran *Total Suspended Matter* (TSM) Menggunakan Data Aster dengan Pendekatan *Bio-Optical Model*. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV: "Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa"*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional-LAPAN. Surabaya.
- Burdames, Y. dan E. L. A. Ngangi. 2014. Kondisi Lingkungan Perairan Budidaya Rumput Laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan. *Budidaya Perairan*. **2** (3): 69-75.
- Carlson, R. E. 1977. *A Trophic State Index for Lakes*. *Limnology Oceanography*. **22** (2): 361-369.
- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Untuk Pengelolaan Sumberdaya Perairan. Kanisius: Yogyakarta.
- External Quality Assessment Trials Phytoplankton. 2019. <<https://www.planktonforum.eu/>>, diakses pada tanggal 27 Mei 2019 pukul 13.00.
- Faizal, A. dan J. Jompa. 2010. Model Elevasi Digital untuk Mendeteksi Kerusakan Terumbu Karang di Taman Wisata Alam Laut Kapoposang, Sulawesi Selatan. *Ilmu Kelautan*. **1**: 1-12.
- Febrianna, V., M. R. Muskananfolo dan Suryanti. 2017. Produktivitas Primer Perairan Berdasarkan Kandungan Klorofil-a dan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Bedono Demak. *Journal of Maquares*. **6** (3): 318-325.
- Firdaus, S., D.J. Damiri dan D. Tresnawati. Perancangan Aplikasi Multimedia Interaktif *Company Profile Generic* (Studi Kasus CV. Ganetic). *Jurnal Algoritma Sekolah Tinggi Teknologi Garut*. **1** (9): 2-10.

- Habibie, M. N. dan T. A. Nuraini. 2014. Karakteristik dan Tren Perubahan Suhu Permukaan Laut di Indonesia Periode 1982-2009. *Jurnal Metereologi dan Geofisika*. **15** (1): 37-49.
- Hadiningrum, V. D. 2018. Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Perairan Laguna Pengklik, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Prodi Biologi*. **7** (3): 1660-178.
- Hanggoro, W., I. W. Harmoko dan E. E. S. Makmur. 2012. Simulasi Hujan Ekstrim pada Kejadian Banjir di Mataram Tanggal 10 Januari 2009 Menggunakan WRF-EMS. *Jurnal Metereologi dan Geofisika*. **13** (1): 71-80.
- Hamdi, A.S dan E. Bahruddin. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi dalam Pendidikan. CV Budi Utama. Yogyakarta. 5 hlm.
- Handayani, S. dan M. P. Patria. 2005. Komunitas Zooplankton di Perairan Waduk Krenceng, Cilegon, Banten. *Makara Sains*. **9** (2): 75-80.
- Heriza, D., A. Sukmono dan N. Bashit. 2018. Analisis Perubahan Kualitas Perairan Danau Rawa Pening Periode 2013, 2015 dan 2017 dengan Menggunakan Data Citra Landsat 8 Multitemporal. *Jurnal Geodesi Undip*. **7** (1): 79-89.
- Hermawan, M. D., B. Sasmito, Hani'ah dan E. Parwati. 2012. Analisis Distribusi *Total Suspended Matter* dan Klorofil-a Menggunakan Citra Terra Modis Level 1B Resolusi 250 Meter dan 500 Meter. 1-15.
- Hidayah, G., S. Y. Wulandari dan M. Zainuddin. 2016. Studi Sebaran Klorofil-a Secara Horizontal di Perairan Muara Sungai Silugonggo Kecamatan Batangan, Pati. *Buletin Oseanografi Marina*. **5** (1): 1-8.
- Himmaty, I. dan Endarko. 2013. Pembuatan Elektroda dan Perancangan Sistem *Capacitive Deionization* untuk Mengurangi Kadar Garam pada Larutan Sodium Clorida (NaCl). *Berkala Fisika*. **16** (3): 67-74.
- Ilahude, A. G., S. Liasaputra. 1980. Teluk Jakarta: Penyajian Fisika, Kimia, Biologi, Geologi. Jakarta. LIPI.
- Indrayani, A. Mallawa dan M. Zainuddin. 2012. Penentuan Karakteristik Habitat Daerah Potensial Ikan Pelagis Kecil dengan Pendekatan Spasial di Perairan Sinjai. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hassanudin. 1-10.
- Irawati, N. 2014. Pendugaan Kesuburan Perairan Berdasarkan Sebaran Nutrien dan Klorofil-a di Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. 194-200.
- Jaelani, L. M., R. Limehuwey, N. Kurniadini, A. Pamungkas, E. S. Koenhardono dan A. Sulestyo. *Estimation of TSS and Chl-a Concentration from Landsat 8-OLI: The Effect of Atmosphere and Retrieval Algorithm. The Journal for Technology and Science*. **27** (1): 16-23.

- Janie, D. N. A. 2012. Statistik Deskriptif dan Regresi Linier Berganda Dengan SPSS. Semarang: Semarang University Press.
- Kasim, F. 2012. Pendekatan Beberapa Metode dalam Monitoring Perubahan Garis Pantai Menggunakan Dataset Penginderaan Jauh Landsat dan SIG. *Jurnal Ilmiah Agropolitan*. **5** (1): 620-635.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51. 2004. Baku Mutu Air Laut.
- Kurnianingtyas, L.Y. dan M.A. Nugroho. 2012. Implementasi Strategi Pembelajaran Kooperatif Teknik *Jigsaw* untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Akuntansi Pada Siswa Kelas X Akuntansi 3 SMK Negeri 7 Yogyakarta Tahun Ajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*. **10** (1): 66 – 77.
- Kurniawan, A. P. 2016. Distribusi Vertikal Komunitas Fitoplankton pada Lokasi Inlet dan Outlet di Waduk Saguling, Cianjur, Jawa Barat. *Integrated Lab Journal*. **4** (2): 269-278.
- Kuswanto, E. 2018. Konsep Pengembangan Potensi Dusun Kepetingan sebagai Wisata Kampung Nelayan di Kabupaten Sidoarjo. *Tourism, Hospitality and Culinary Journal*. **2** (2): 18-25.
- Laili, N., F. Arafah, L.M. Jaelani, L. Subehi, A. Pamungkas, E.S. Koenhardono dan A. Sulestiyono. 2015. *Development of Water Quality Parameter Retrieval Algorithms for Estimating Total Suspended Solids and Chlorophyll-a Concentration Using Landsat-8 Imagery at Poteran Island Water*. **2**: 55-62.
- Lensun, M. dan S. Tumembouw. 2013. Tingkat Pencemaran Air Sungai di Kelurahan Ternate Baru Kota Manado. *Budidaya Perairan*. **1**(2): 43-48.
- Lilesand, T., R. W. Kiefer dan J. Chipman. 2004. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 5th ed. New York: Wiley.
- Lubis, Z. M. 2016. Bioakustik *Stridulatory* Gerak Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Saat Proses Aklimatisasi Kadar Garam. Skripsi. IPB.
- Lumbangaol, J., R. E. Arhatin dan M. M. Ling. 2014. Pemetaan Suhu Permukaan Laut dari Satelit di Perairan Indonesia untuk Mendukung “*One Map Policy*”. Seminar Nasional Penginderaan Jauh.
- Maresi, S. R. P., Priyanti dan E. Yunita. 2015. Fitoplankton sebagai Bioindikator Saprobitas Perairan di Situ Bulakan Kota Tangerang. *Jurnal Biologi*. **8** (2): 113-122.
- Megawati, C. M. Yusuf dan L. Maslukah. 2014. Sebaran Kualitas Perairan Ditinjau Dari Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Selat Bali Bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi*. **3** (2): 142-150.

- Mokonio, O., T. Mananoma, L. Tanudjaja dan A. Binilang. 2013. Analisis Sedimentasi di Muara Sungai Saluwangko di Desa Tounelet Kecamatan Kakas Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*. **1** (6):452-458.
- Muctar. 2001. Distribusi Beberapa Parameter Kimia di Perairan Muara Sungai Digul dan Arafura, Irian Jaya. *Oseanologi-LIPI*. 13-14.
- Mustofa, A. 2015. Kandungan Nitrat dan Pospat Sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *Jurnal Disprotek*. **6** (1): 13-19.
- Mutmainah, H. dan I. Adnan. 2017. *Water Quality Status at Integrity Area of Bungus Ocean Fishing Port Based on Water Classification*. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*. **6** (1):507-515.
- NASA. 2008. Landsat-8 / LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*).
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan, Jakarta.
- Nontji, A. 2007. *Laut Nusantara*. Jakarta: Djambatan.
- Nontji, A. 2008. Plankton laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Press, Jakarta.
- Nurandani, P. 2014. Pengolahan Data Penginderaan Jauh Untuk Pemetaan *Total Suspended Solid* (TSS) di Danau Rawa Pening Provinsi Jawa Tengah. Seminar Nasional Penginderaan Jauh.
- Nuriya, H., Z. Hidayah dan W. A. Nugraha. 2010. Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a dengan Pengolahan Citra Landsat ETM-7 dan Uji Laboratorium di Perairan Selat Madura Bagian Barat. *Jurnal Kelautan*. **3** (1): 60-65.
- Nuzapril, M., S. B. Susilo dan J. P. Panjaitan. 2017. Hubungan Antara Konsentrasi Klorofil-a dengan Tingkat Produktivitas Primer Menggunakan Citra Satelit Landsat-8. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. **8** (1): 105-114.
- Nybakken, J. W. 1992. Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan dari *Marine Biology: An Ecological Aprooach*. Alih Bahasa: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Jakarta: Gramedia. 459 hlm.
- Odum, H. T. 1971. Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Parawita, D., Insafitri dan W. A. Nugraha. 2009. Analisis Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) di Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*. **2** (2): 117-124.
- Parman, S. 2010. Deteksi Perubahan Garis Pantai Melalui Citra Penginderaan Jauh di Pantai Utara Semarang Demak. *Jurnal Geografi*. **7** (1): 30-38.
- Parsons, T. R., M. Takeshi dan B. Hgrave. 1984. *Biological Oceaographic Processes*. Edisi Ketiga. Oxford: Pergamon Press.

- Parwali, E., B. Trisakti, I. Carolila, T. Kartika, S. Harini dan K. Dewanti. 2006. Analisis Hubungan Penutup/Penggunaan Lahan dengan *Total Suspended Matter* (TSM) Kawasan Perairan Segara Anakan Menggunakan Data Inderaja. *Jurnal Penginderaan Jauh*. **3** (1): 87-97.
- Parwati, E. dan A. D. Purwanto. 2014. Analisis Algoritma Ekstraksi Informasi TSS Menggunakan Data Landsat 8 di Perairan Berau. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*. 518-528.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2007. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil.
- Pentury, R. 1997. Algoritma Pendugaan Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Teluk Ambon dengan Menggunakan Citra Landsat-ETM. Tesis. Bogor: IPB.
- Pramono, G. H. 2008. Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan. *Forum Geografi*. **22** (1): 145-158.
- Prasasti, I., B. Trisakti dan U. Mardiana. 2005. Sensivitas Beberapa Algoritma dan Kanal-kanal Data Modis untuk Deteksi Sebaran Klorofil. *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*.
- Pratiwi, N. T. M., S. Haryadi, I. P. Ayu, A. Iswantari dan F. J. Amalia. 2013. Komposisi Fitoplankton dan Status Kesuburan Perairan Danau Lido, Bogor, Jawa Barat Melalui Beberapa Pendekatan. *Jurnal Biologi Indonesia*. **9** (1): 111-120.
- Prescott, G. W. 1970. *How to know freshwater algae*. Dubuque: Brown Company Publishers.
- Prihantini, W. Wardhana, D. Hendrayanti, A. Widyawan, Y. Ariyani dan R. Rianto. 2008. Biodiversitas Cyanobacteria dari Beberapa Situ/ Danau di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia. *Makara Sains*. **12** (1): 44-54.
- Purwanto, A. D., W. Asriningrum dan G. Winarso. 2014. Analisis Sebaran dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 di Segara Anakan, Cilacap. LAPAN.
- Radiarta, I. N. 2013. Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton dengan Kualitas Perairan di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Bumi Lestari*. **13** (2): 234-243.
- Rahmawati, I., I. B. Hendarto dan P. W. Purnomo. 2014. Fluktuasi Bahan Organik dan Sebaran Nutrien Serta Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a di Muara Sungai Sayung Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. **3** (1): 27-36.
- Rasyid, A. 2009. Distribusi Klorofil-a pada Musim Peralihan Barat-Timur di Perairan Spermonde Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Sains dan Teknologi*. **9** (2): 125-132.

- Risamasu, F. J. L. dan H. B. Prayitno. 2011. Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan*. **16** (3):133-142.
- Risuana, I. G. S., I. G. Hendrawan dan Y. Suteja. 2017. Distribusi Spasial Total Padatan Tersuspensi Puncak Musim Hujan di Permukaan Perairan Teluk Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. **3** (2): 223-232.
- Riyadi, A., L. Widodo dan K. Wibowo. 2005. Kajian Kualitas Perairan Laut Semarang dan Kelayakannya untuk Budidaya Laut. *Jurnal Teknik Lingkungan*. **6** (3):497-501.
- Rochmady. 2015. Analisis Parameter Oseanografi Melalui Pendekatan Sistem Informasi Manajemen Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan* . **8** (1): 1-8.
- Rosdianto, H., E. Murdani dan Hendra. 2017. Implementasi Model Pembelajaran POE (*Predict Observe Explain*) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan Fisika*. **6** (1): 55-59.
- Roswaty, S., M. R. Muskananfolo dan P. W. Purnomo, 2014. Tingkat Sedimentasi di Muara Sungai Wedung Kecamatan Wedung, Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. **3** (2): 129-137.
- Rumhayati, B. 2010. Studi Senyawa Fosfat dalam Sedimen dan Air Menggunakan Teknik *Diffusive in Thin Films* (DGT). *Jurnal Ilmu Dasar*. **11** (2): 160-166.
- Safitri, N. M. 2014. Estimasi Distribusi Klorofil-a di Perairan Selat Madura Menggunakan Data Citra Satelit Modis dan Pengukuran Insitu pada Musim Timur. *Research Journal of Life Science*. **1** (2): 117-126.
- Samudra, S. R., T. R. Soeprbowati dan M. Izzati. 2013. Komposisi, Kemelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang. *Bioma*. **15** (1): 6-13.
- Santoso, A. D. 2007. Kandungan Zat Hara Fosfat pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun Lampung. *Jurnal Teknik Lingkungan*. **8** (3): 207-210.
- Satriadi, A. dan S. Widada. 2004. Distribusi Muatan Padatan Tersuspensi di Muara Sungai Bodri, Kabupaten Kendal. *Jurnal Ilmu Kelautan*. **9** (2): 101-107.
- Septiani, W. D., P. N. I. Kalangi dan A. Luasunaung. 2014. Dinamika Salinitas Daerah Penangkapan Ikan di Sekitar Muara Sungai Malalayan, Teluk Manado pada Saat *Spring Tide*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangkap*. **1** (6): 215-220.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. **11** (1): 31-45.

- Simbolon, F., H. Surbakti dan Hartoni. 2015. Analisis Pola Sebaran Sedimen Tersuspensi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh di Perairan Muara Sungai Banyuasin. *Maspari Journal*. **7** (2):1-10.
- Sitanggang, G. 2010. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). *Berita Dirgantara*. **11** (2): 47-58.
- Soeprpto, H. 2009. Manfaat Cahaya Bagi Algae Khususnya Chlorophyta. *Pena Akuatika*. **1** (1): 14-18.
- Souhoka, J. dan S. I. Patty. 2013. Pemantauan Kondisi Hidrologi dalam Kaitannya dengan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. **1** (3): 15-22.
- Sugiyono. 2011. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sulma, S., B. Hasyim, A. Susanto dan A. Budiono. 2005. Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Penentuan Kesesuaian Lokasi Budidaya Laut di Kepulauan Seribu. Jakarta. Prosiding Pemanfaatan Efektif Penginderaan Jauh Untuk Peningkatan Kesejahteraan Bangsa. ITS Surabaya.
- Supriadi, I. H. 2001. Dinamika Estuaria Tropik. *Oseana*. **26** (4): 1-11.
- Supriyantini, E., N. Soenardjo, dan S. A. Nurtania. 2017. Konsentrasi Bahan Organik pada Perairan Mangrove di Pusat Informasi Mangrove (PIM), Kecamatan Pekalongan Utara, Kota Pekalongan. *Buletin Oseanografi Marina*. **6** (1): 1-8.
- Susana, T. 2004. Sumber Polutan Nitrogen dalam Air Laut. *Oseana*. **29** (3): 25-33.
- Susana, T. 2005. Kualitas Zat Hara Perairan Teluk Lada. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 59-67.
- Susana, T. 2009. Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. **5** (2): 33-39.
- Susanto, R.D., A.L. Gordon dan Q. Zheng. 2002. *Upwelling Along The Coasts of Java and Sumatra and Its Relation to ENSO*. *Geophysical Research Letters*. **28** (5): 1599-1602.
- Sutanto. 1986. Penginderaan Jauh Jilid I. Yogyakarta: *Gadjah Mada University Press*.
- Syah, A. F. 2010. Penginderaan Jauh dan Aplikasinya di Wilayah Pesisir dan Lautan. *Jurnal Kelautan*. **3** (1): 1-11.
- Tambaru, R. 2008. Dinamika Komunitas Fitoplankton dalam Kaitannya dengan Produktivitas Perairan di Perairan Pesisir Maros Sulawesi Selatan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.

- Tangke, U. 2010. Ekosistem Padang Lamun (Manfaat, Fungsi dan Rehabilitasi). *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. **3** (1):9-29.
- Tangke, U. 2015. Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-a Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan *Yellowfin* Tuna (*Thunnus albacores*) di Perairan Laut Halmahera Bagian Selatan. *Jurnal IPTEKS PSP*. **2** (3):248-260.
- Tannady, H. dan F. Andrew. 2013. Analisis Perbandingan Metode Regresi Linier dan Exponential Smoothing dalam Parameter Tingkat Error. *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*. **2** (7): 242-250.
- Tarigan, M. S. dan Edward. 2000. Perubahan Musiman Suhu, Salinitas, Oksigen Terlarut, Fosfat dan Nitrat di Perairan Teluk Ambon. *Prosiding Seminar Nasional KSP2K*. **4** : 73-86.
- Tarigan, M. S. dan Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara Sains*. **7** (3): 109-119.
- Thoha, H. 2007. Kelimpahan Plankton di Ekosistem Perairan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional, Bali Barat. *Makara Sains*. **11** (1): 44-48.
- USGS. 2013. Landsat 8. <URL: <http://www Landsat.usgs.gov>>, diakses pada tanggal 09 Mei 2019 pukul 13.00.
- Utami, F. P., Y. Prasetyo dan A. Sukmono. 2016. Analisis Spasial Perubahan Luasan Mangrove Akibat Pengaruh Limpasan Sedimentasi Tersuspensi dengan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*. **5** (1): 305-315.
- Wahyuningrum, P. I., I. Jaya dan D. Simbolon. 2008. Algoritma Untuk Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Landsat-7 ETM+. *Buletin PSP*. **18** (3): 333-340.
- Warman, I. 2015. Uji Kualitas Air Muara Sungai Lais untuk Perikanan di Bengkulu Utara. *Journal Agroqua*. **13** (2): 24-33.
- Wetzel, R. G. 1975. *Limnology*. W. B Saunders Co. Philadelphia, Pennsylvania. 743 hlm.
- Widyorini, N. 2009. Pola Struktur Komunitas di Pantai Jepara Berdasarkan Kandungan Pigmentnya di Pantai Jepara. *Jurnal Saintek Perikanan*. **4** (2): 69-75.
- Winnarsih, Emiyati dan L. O. A. Afu. 2016. Distribusi *Total Suspended Solid* Permukaan di Perairan Teluk Kendari. *Sapa Laut*. **1** (2): 54-59.
- Wirasatriya, A. 2011. Pola Distribusi Klorofil-a dan *Total Suspended Solid* (TSS) di Teluk Toli Toli, Sulawesi. *Buletin Oseanografi Marina*. **1**: 137-149.
- Wisha, U. J., M. Yusuf dan L. Maslukah. 2016. Kelimpahan Fitoplankton dan Konsentrasi TSS sebagai Indikator Penentu Kondisi Perairan Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*. **9** (2): 122-132.

- World Register of Marine Species. 2019. <<http://www.marinespecies.org/>> , diakses pada tanggal 27 Mei 2019 pukul 10.00.
- Wulandari, D. Y., N. T. M. Pratiwi, dan E. M. Adiwilaga. 2014. Distribusi Spasial Fitoplankton di Perairan Pesisir Tangerang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. **19** (3): 156-162.
- Yuliana, E. M. Adiwilaga, E. Harris dan N. T. M. Pratiwi. 2012. Hubungan Antara Kelimpahan Fitoplankton dengan Parameter Fisik-Kimiawi Perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika*. **3** (2): 169-179.
- Yulianto, M., M. R. Muskananfolo dan A. Rahman. 2018. Sebaran Spasio Temporal Kelimpahan Fitoplankton dan Klorofil-a di Perairan Ujung Kartini Jepara. *Saintek Perikanan*. **14** (1): 1-7.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Fungsi Alat dan Bahan

a. Fungsi Alat yang Digunakan dalam Pengukuran *In Situ*

No.	Alat	Fungsi
1.	Kamera	Untuk mengambil dokumentasi
2.	Nampan	Untuk tempat alat dan bahan yang akan digunakan
3.	Tali tampar	Untuk membantu penggunaan <i>secchi disk</i>
4.	Labu ukur	Untuk wadah larutan standar
5.	Spektrofotometer	Untuk membantu pengukuran fosfat, klorofil-a dan nitrat
6.	GPS	Untuk menentukan lokasi pengambilan sampel
7.	Laptop	Untuk mengolah data hasil pengukuran
8.	Peralatan gelas	Untuk wadah larutan
9.	Pipet tetes	Untuk mengambil larutan dalam skala kecil
10.	Gelas ukur	Untuk mengukur jumlah larutan yang dipakai
11.	<i>Erlenmeyer</i>	Untuk wadah larutan
12.	Autoklaf	Untuk mensterilkan peralatan
13.	Oven	Untuk mengeringkan kertas saring
14.	Botol coklat	Untuk menyimpan larutan pereaksi
15.	Tabung reaksi	Untuk wadah mereaksikan larutan
16.	Desikator	Untuk mendinginkan kertas saring, cawan petri dan peralatan lainnya
17.	Neraca analitik	Untuk menimbang berat kertas saring
18.	Cawan petri	Untuk wadah pada pengukuran TSS
19.	<i>Chiller</i>	Untuk tempat penyimpanan sampel pada pengukuran nitrat
20.	Mortar dan alu	Untuk menghaluskan sampel klorofil-a
21.	Botol semprot	Untuk wadah larutan <i>aquadest</i>
22.	<i>Vortex</i>	Untuk mencampurkan larutan
23.	Cuvet	Untuk wadah sampel klorofil yang telah dihancurkan
24.	Kulkas	Untuk menyimpan sampel air
25.	<i>Vacump pump</i>	Untuk menyaring sampel klorofil dan TSS

b. Fungsi Alat yang Digunakan dalam Pengolahan Data Citra

No.	Alat	Fungsi
1.	Laptop 64-bit	Untuk menjalankan software pengolahan data citra satelit
2.	<i>Software QGIS</i>	Untuk mengolah data citra satelit
3.	<i>Software Google Earth</i>	Untuk menentukan titik pengambilan sampel

c. Fungsi Bahan yang Digunakan dalam Pengukuran *In Situ*

No.	Bahan	Fungsi
1.	Air Sampel	Sebagai media yang diukur
2.	<i>Tissue</i>	Sebagai pembersih peralatan
3.	<i>Aquadest</i>	Sebagai larutan kalibrasi
4.	Selotip	Sebagai penanda sampel
5.	Air suling bebas nitrat	Sebagai larutan kalibrasi pada pengukuran nitrat
6.	Asam sulfat pekat	Sebagai bahan pembuat deret standar nitrat
7.	Asam askorbat	Sebagai bahan pembuat larutan kombinasi
8.	Kertas saring GF/F	Sebagai media penyaring klorofil
9.	Aseton 90%	Sebagai pelarut klorofil
10.	Kertas saring GF/A	Sebagai media penyaring TSS

d. Fungsi Bahan yang Digunakan dalam Pengolahan Data Citra

No.	Bahan	Fungsi
1.	Landsat 8	Sebagai sumber data citra TSS dan klorofil-a
2.	Peta Rupa Bumi	Sebagai acuan peta dasar
3.	Peta administrasi Kabupaten Sidoarjo	Sebagai penentu batas wilayah penelitian

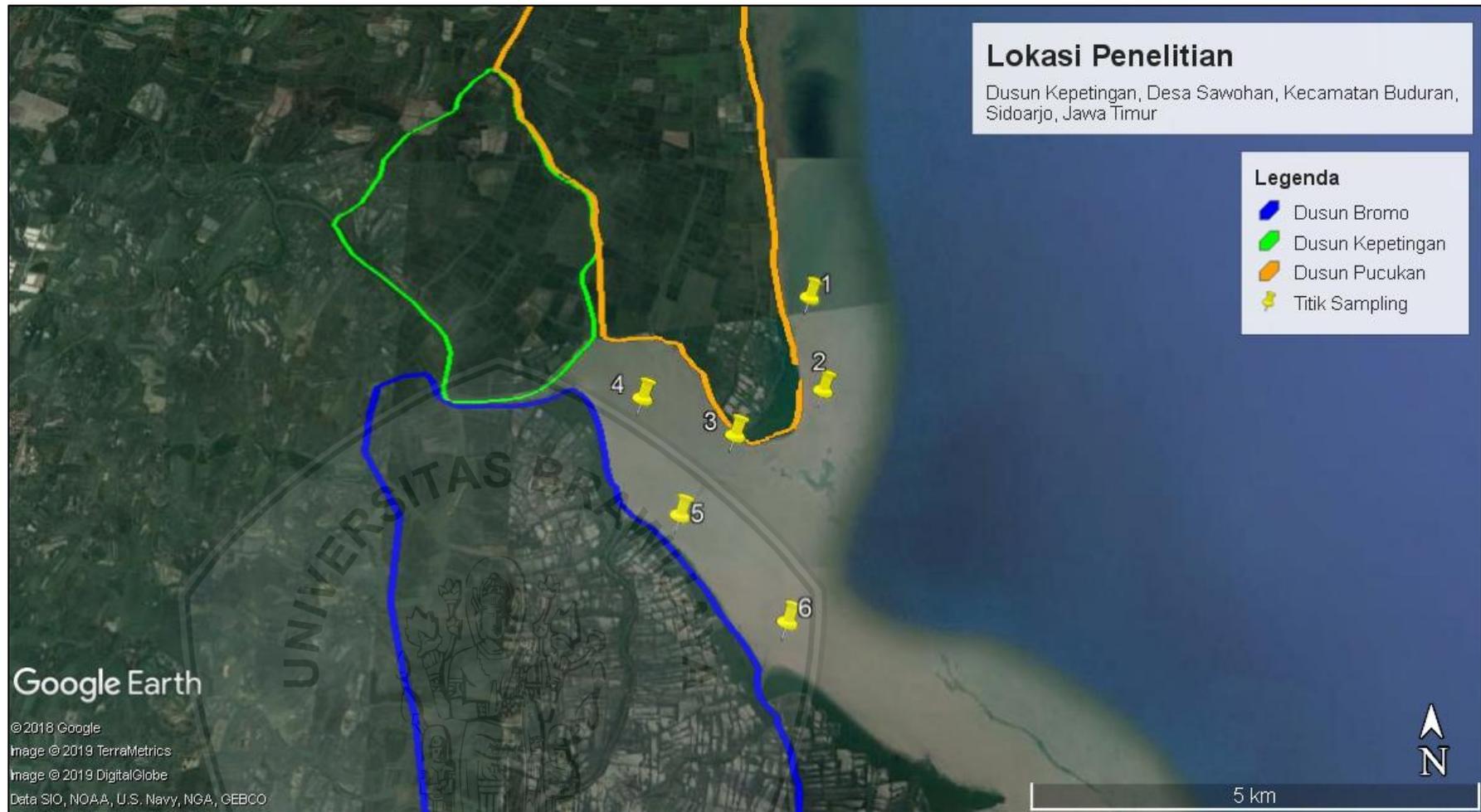
Lampiran 2. Data Kualitas Air

Titik	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	pH	Nitrat (mg/l)	Fosfat (mg/l)	Salinitas (ppt)
1	27,9	31	7,2	8,256	0,5426	26
2	28,2	39	7,3	3,584	0,3168	27
3	29,3	50	7,3	8,84	3,826	24
4	28,2	28	7,4	7,361	1,282	17
5	29	25,75	7,4	2,898	0,3052	29
6	28,8	20	7,2	4,857	0,3746	28

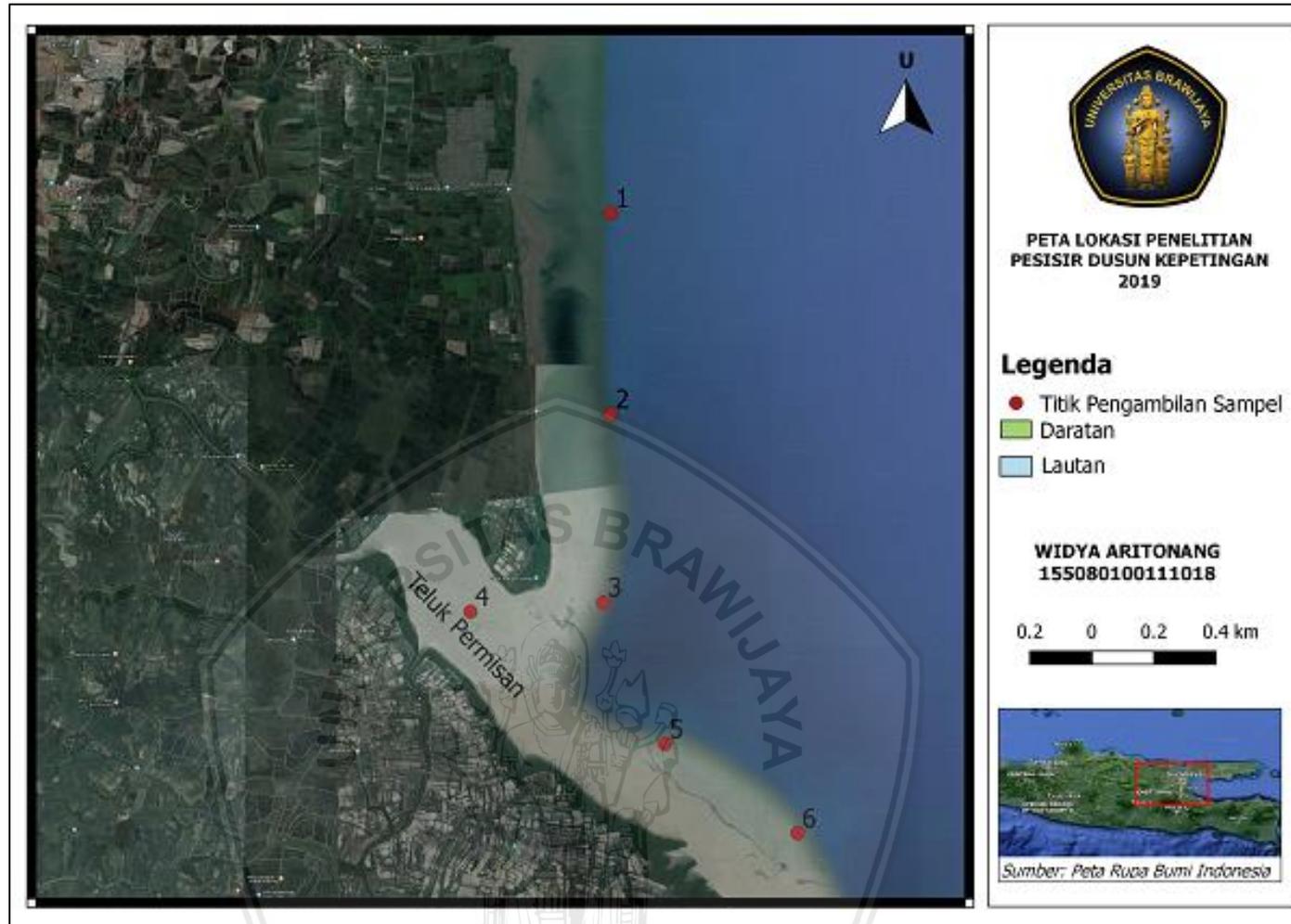
Lampiran 3. Hasil Pengukuran TSS dan Klorofil-a

Titik <i>Sampling</i>	TSS (mg/l)		Klorofil-a (mg/m ³)	
	<i>In Situ</i>	Citra	<i>In Situ</i>	Citra
1	88,66	51,5	0,11	1,58
2	90,9	50,7	0,31	1,71
3	112,4	47,1	0,31	1,63
4	80,6	45,6	0,65	1,58
5	66,1	41,67	0,33	1,8
6	74,8	40,79	0,34	1,73

Lampiran 4. Batas Dusun Kepetingan



Lampiran 5. Peta Lokasi Penelitian



Lampiran 6. Perhitungan RMSE TSS dan Klorofil-a

Titik Sampling	TSS <i>In Situ</i> (Zj)	TSS Citra (Zi)	Selisih (Zi - Zj)	(Zi - Zj) ²
1	88,6	51,5	37,16	1380,86
2	90,9	50,7	40,2	1616,04
3	112,4	47,1	65,3	4264,09
4	80,6	45,6	35	1225
5	66,1	41,67	18,43	339,66
6	74,8	40,79	34,01	1156,68
Jumlah				9982,341

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_j)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{9982,341}{6}}$$

$$RMSE = \sqrt{1663,72}$$

$$RMSE = 38,35$$

Titik Sampling	Klorofil-a <i>In Situ</i> (Zj)	Klorofil-a Citra (Zi)	Selisih (Zi - Zj)	(Zi - Zj) ²
1	0,11	1,53	1,24	1,56
2	0,31	1,71	1,4	1,96
3	0,31	1,63	1,4	1,96
4	0,65	1,58	1,08	1,16
5	0,33	1,8	1,13	1,27
6	0,34	1,73	1,3	1,78
Jumlah				9,72

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_j)^2}{n}}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{9,72}{6}}$$

$$RMSE = \sqrt{1,62}$$

$$RMSE = 1,27$$

Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian

 <p>Pengambilan air sampel</p>	 <p>Pengukuran kecerahan dengan <i>secchi disk</i></p>
 <p>Pengukuran salinitas dengan refraktometer</p>	 <p>Pengukuran suhu dengan DOfometer</p>
 <p>Penentuan titik <i>sampling</i> dengan GPS</p>	 <p>Pengukuran pH dengan pHmeter</p>