
PEMANFAATAN CITRA OPTIK DAN CITRA RADAR DALAM IDENTIFIKASI TAMBAK DI PESISIR KABUPATEN PATI PROVINSI JAWA TENGAH

Nurul Afdal Haris^{1*}, Retnadi Heru Jatmiko², Nur Mohammad Farda³

^{1*}Magister Penginderaan Jauh, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia.

^{2,3}Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

E-mail: *nurul.afdal.haris@mail.ugm.ac.id¹, retnadih@ugm.ac.id², farda@ugm.ac.id³

ABSTRACT

This study aims to compare the accuracy of ponds identification on the coast of Pati Regency, Central Java Province. By utilizing optical image data (Sentinel-2) and radar imagery (Sentinel-1). The mapping was carried out by applying a water index transformation in the form of NDWI (Normalized Difference Water Index) for optical images and SDWI (Sentinel-1 Difference Water Index) for radar images and guided classification using the Random Forest method on each image. The results showed that the use of optical imagery in pond mapping provides better accuracy than radar imagery based on the results of the accuracy test using the Confusion Matrix method. Where the results show that the Sentinel-2 optical image produces an accuracy of 94.61% and for the Sentinel-1 radar image it is 73.21%. And the use of water index transformation is very helpful in determining the classification sample. It was found in research that the accuracy of radar images is quite low compared to optical images because the sensitivity of radar images to water bodies very high. This allows misclassification between the sea and the pond.

Keywords: optic, radar, sentinel, ponds, random forest.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan keakuratan hasil identifikasi penggunaan lahan tambak di daerah pesisir Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah. Dengan memanfaatkan data citra optik (Sentinel-2) dan citra radar (Sentinel-1). Pemetaan dilakukan dengan menerapkan transformasi indeks air berupa NDWI (Normalized Difference Water Index) untuk citra optik dan SDWI (Sentinel-1 Difference Water Index) untuk citra radar serta pengklasifikasian terbimbing dengan metode Random Forest pada masing-masing citra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan citra optik dalam pemetaan tambak memberikan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan citra radar berdasarkan hasil uji akurasi dengan metode Confusion Matrix. Di mana hasil menunjukkan pada citra optik Sentinel-2 menghasilkan akurasi sebesar 94.61% dan untuk citra radar Sentinel-1 sebesar 73.21%. Serta penggunaan transformasi indeks air sangat membantu dalam penentuan sampel klasifikasi. Ditemukan pada penelitian bahwa akurasi pada citra radar cukup rendah dibandingkan dengan citra optik dikarenakan sensitivitas pada citra radar terhadap badan air sangat tinggi. Sehingga memungkinkan kesalahan klasifikasi antara laut dan tambak.

Kata Kunci: optik, radar, sentinel, tambak, random forest.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan garis pantai sepanjang $\pm 104.000\text{km}$ dan pulau besar maupun kecil yang terdiri dari ± 17.504 pulau (Lasabuda, 2013). Dengan kondisi tersebut Indonesia memiliki peluang dalam pengembangan wilayah pesisir. Diketahui sejak tahun 1400-an, di pesisir Jawa telah dimulai budidaya air payau (Gusmawati dkk., 2016). Salah satu budidaya air payau adalah tambak yang termasuk dalam akuakultur (Azahra dkk., 2019; Ottinger dkk., 2017). Didorong oleh peningkatan populasi manusia, kebutuhan untuk meningkatkan manfaat sosial-ekonomi dan permintaan protein yang meningkat, akuakultur telah menjadi salah satu sektor produksi pangan dengan pertumbuhan tercepat di dunia selama beberapa dekade terakhir (Joffre dkk., 2019; Ottinger dkk., 2016; Porporato dkk., 2020). Hal tersebut menyebabkan serangkaian permasalahan seperti terjadinya kerusakan habitat alami (Afroz & Alam, 2013), degradasi ekosistem di daerah pesisir (Peng dkk., 2013) hingga fragmentasi pada bentang lahan di daerah pesisir (Ren dkk., 2019). Sehingga dibutuhkan pemantauan terhadap daerah pesisir. Salah satu upaya dalam pemantauan ini adalah pemetaan tutupanlahan di daerah pesisir, dapat berupa pemetaan tambak sebagai objek yang dikelola oleh manusia. Sehingga pengelolaan akuakultur yang berkelanjutan dapat terlaksana (Duan dkk., 2020). Namun pemantauan tambak secara langsung dengan menggunakan individu akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan biaya yang lumayan besar dikarenakan luasan tambak dapat sangat luas (Gusmawati dkk., 2016).

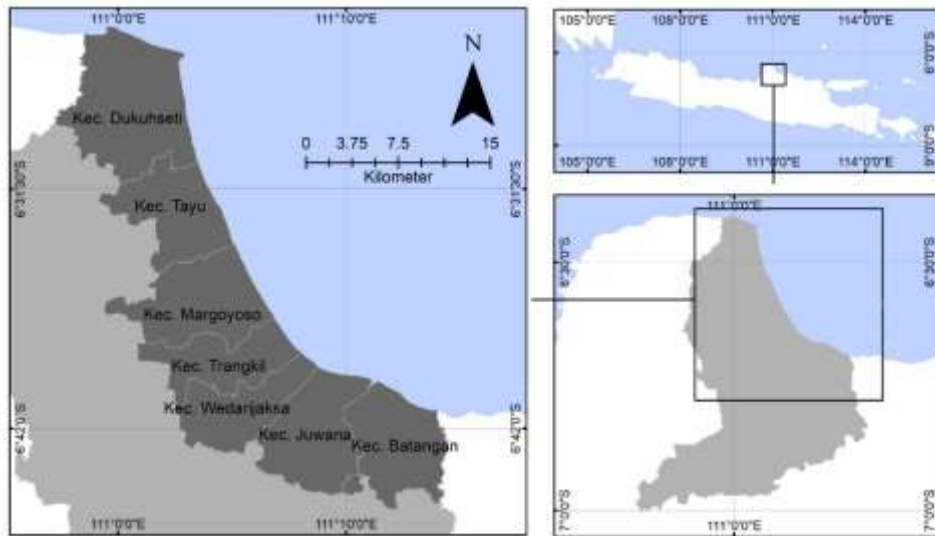
Data penginderaan jauh merupakan salah satu data yang dapat dimanfaatkan guna untuk pemetaan atau pengidentifikasian area tambak. Saat ini data penginderaan jauh digunakan sebagai sumber data informasi geografi karena memiliki banyak keunggulan, seperti data yang dihasilkan dalam bentuk format digital, dapat memantau secara temporal, mencakup lokasi yang luas dan menghasilkan berbagai jenis data yang seringkali sulit diperoleh secara langsung dilapangan (Alexandridis dkk., 2008; Johnston, 1998). Data penginderaan jauh yang dapat digunakan adalah data citra optik, yang saat ini telah banyak digunakan untuk pemetaan tambak pada berbagai skala, seperti penggunaan data Landsat (Ottinger dkk., 2013; Ren dkk., 2019), data ASTER, Quickbird, dan WorldView-2 (Fu dkk., 2019). Satelit optik memiliki keunggulan urutan waktu lama dan dapat digunakan untuk pemantauan dinamis dalam waktu lama. Namun, implementasi citra optik dibatasi untuk daerah yang sering tertutup awan seperti kawasan Asia Tenggara karena pita optik tidak dapat menembus awan (Ottinger dkk., 2016, 2017). Salah satu data penginderaan jauh yang dapat digunakan dalam menutupi kekurangan ini adalah data dari pencitraan aktif yaitu citra satelit *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Dibandingkan dengan sensor optik, citra radar seperti sistem SAR dari sensor yang beroperasi dalam panjang gelombang yang lebih panjang memiliki kemampuan menembus awan dan mengurangi pengaruh awan pada citra satelit (Ottinger dkk., 2017). Kemampuan tersebut sangat membantu untuk wilayah Indonesia yang berada pada garis khatulistiwa dengan kondisi iklim/cuaca yang menyebabkan atmosfer pada suatu saat akan tertutup awan yang tentu saja akan mengganggu pencitraan suatu satelit. Citra optik dan citra radar dengan resolusi menengah yang dapat diperoleh secara gratis adalah produk dari *Sentinel*. Masing-masing untuk citra optik berupa data Citra Sentinel-2 dan untuk data citra radar berupa data Citra Sentinel-1. Satelit Sentinel-1 menyediakan citra SAR yang terbuka secara gratis dan mencakup seluruh dunia dengan resolusi temporal dan spasial yang cukup tinggi (Obida dkk., 2019). Saat ini, citra Sentinel-1 SAR telah banyak digunakan dalam aplikasi yang berhubungan dengan air seperti pemetaan banjir (Ruzza dkk., 2019), deteksi perubahan air (Zhang dkk., 2020).

Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang timbul di atas. Peneliti bermaksud untuk membandingkan kemampuan dari masing-masing citra baik dari citra optik maupun citra radar. Dengan melakukan pendekatan transformasi indeks dan klasifikasi terbimbing berupa klasifikasi *random forest*. Diharapkan hasil penelitian ini memberikan gambaran kemampuan masing-masing citra dalam memetakan tambak pada daerah tertentu dalam hal ini daerah pesisir Kabupaten Pati di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki sebaran tambak yang cukup luas. Sehingga dapat memberikan pilihan terbaik dalam penentuan penggunaan citra dalam upaya pemetaan ataupun identifikasi area tambak.

METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Pati Provinsi Jawa Tengah berlokasi di daerah Pesisir yang mencakup 7(tujuh) kecamatan (Kec. Dukuhseti, Kec. Tayu, Kec. Margoyoso, Kec. Trangkil, Kec. Wedarijaksa, Kec. Juwana, dan Kec. Batangan). Secara astronomis, lokasi penelitian untuk daerah Pati berada pada $6^{\circ}24'19.09''\text{LS} - 6^{\circ}45'51.87''\text{LS}$ dan $110^{\circ}56'57.48''\text{BT} - 111^{\circ}15'2.33''\text{BT}$ Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut. Pemilihan lokasi didasarkan pada pemantauan awal dan kondisi pesisir, di mana sepanjang pesisir Kabupaten Pati terdiri dari bentanglahan tambak. Pemanfaatan lahan tambak di Kabupaten Pati, masyarakat menggunakan sekitar 70% lahannya untuk tambak dan 30% sisanya untuk pematang dan peruntukan lainnya (Prasetio dkk., 2010).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan dua jenis citra yaitu citra optik dan citra radar. Citra optik yang digunakan adalah Citra Sentinel-2, sedangkan untuk citra radar adalah Citra Sentinel-1. Untuk citra Sentinel-2 sendiri menggunakan data pada Level 2A di mana data tersebut sudah terkoreksi reflektansi *bottom-of-atmosphere* (BOA) dalam geometri kartografi (European Space Agency, 2020). Dan untuk data Sentinel-1 menggunakan data Level 1- GRD (*Ground Range Detected*) di mana proyeksi *ellipsoid* data citra telah dikoreksi berdasarkan ketinggian medan (European Space Agency, 2013). Citra optik dan citra radar diproses dalam Aplikasi SNAP mulai dari koreksi hingga analisis data. Untuk uji akurasi menggunakan aplikasi QGIS. Sedangkan untuk penyusunan atau *layouting* dikerjakan pada aplikasi ArcMap. Lebih lengkapnya mengenai data yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Data yang digunakan dalam penelitian

No	Analisis	Data yang digunakan	Sumber
1	Ekstraksi Tambak dari Sensor Optik	Sentinel-2 resolusi 10m (Februari 2021)	Open Access ESA Copernicus
2	Ekstraksi Tambak dari Sensor Radar	Sentinel-1 resolusi 10m (April 2020- Maret 2021)	Open Access ESA Copernicus
3	<i>Terrain Correction</i>	DEM Resolusi 30m	Online Progress pada aplikasi SNAP
4	Batas Area Kajian	Peta Administratif Kabupaten Pati	Indonesia Geospatial Portal (tanahair.indonesia.go.id/)

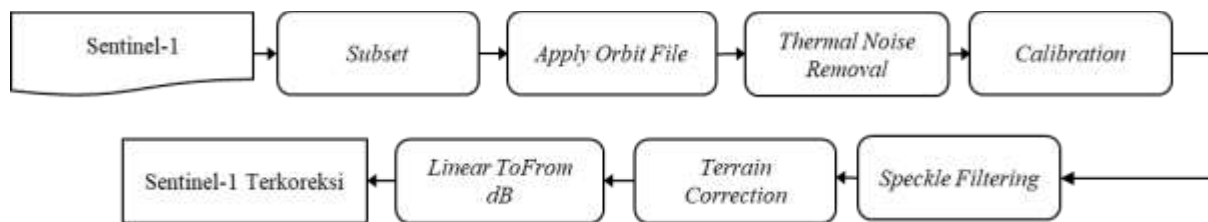
C. Pemrosesan Data

Persiapan Citra Optik (Sentinel-2)

Data citra Sentinel-2 pada Level 2A yang telah terkoreksi BOA cukup dilakukan koreksi untuk *Rayleigh scattering* untuk mempertajam citra dari pengaruh atmosfer. Serta penyesuaian geometrik citra dengan memanfaatkan alat *Sen2Cor* pada aplikasi SNAP. Serta dilakukan penyesuaian area terhadap cakupan wilayah kajian dengan memotong citra sekaligus agar mempercepat proses analisis data.

Persiapan Citra Radar (Sentinel-1)

Data citra Sentinel-1 yang diperoleh harus dikoreksi dan disesuaikan terlebih dahulu. Adapun alur koreksi dan penyesuaian dapat dilihat pada diagram berikut,



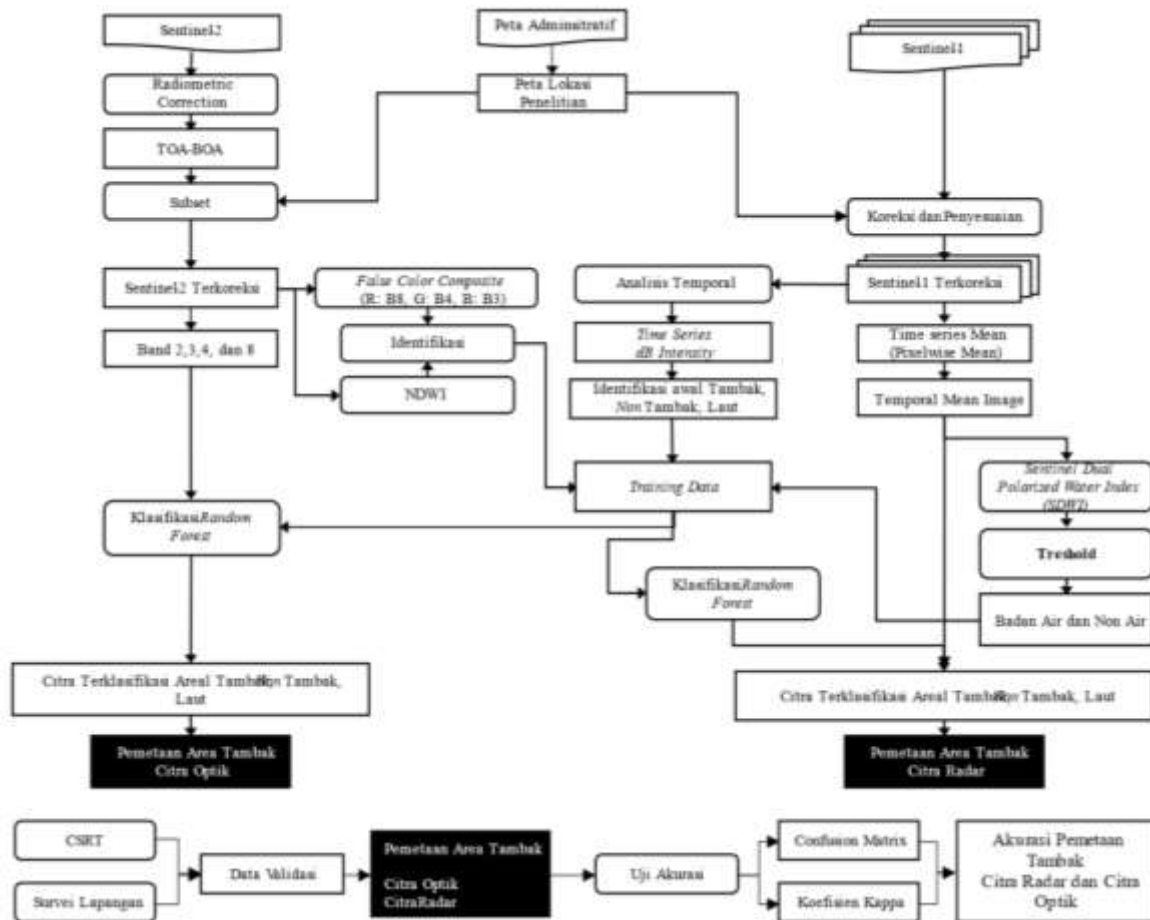
Gambar 2. Diagram Alir Koreksi dan Penyesuaian citra radar Sentinel-1

Data Sentinel-1 terlebih dahulu di potong dengan *tools subset* untuk memperkecil area citra agar sesuai dengan cakupan wilayah kajian. Setelah itu dilakukan *apply orbit file* untuk mengupdate metadata orbit pada citra. Kemudian *thermal noise removal* dijalankan untuk mengurangi *noise* pada citra sehingga lebih bersih. Selanjutnya *calibration* dilakukan yang bertujuan untuk mengubah *digital number* menjadi hamburan balik *sigma nought* (σ^0). Setelah itu *speckle filtering* diterapkan guna untuk menghilangkan *speckle* (bercak hitam putih) pada citra. Adapun *filter* yang digunakan pada tahap tersebut adalah *window* ukuran 7x7 dengan memanfaatkan *filter lee* yang baik digunakan untuk analisis penggunaan lahan (Millard & Richardson, 2013; Rana & Suryanarayana, 2019). Setelah *filtering*, *terrain correction* dilakukan untuk menyesuaikan representasi geometric citra dengan kondisi lapangan. Dan yang terakhir adal konversi nilai *sigma nought* (σ^0) menjadi *desible* (dB) sebagai *backscatter*.

Pengolahan dan Analisis Data

Setelah melalui tahapan koreksi dan penyesuaian pada masing-masing citra Sentinel-2 dan Sentinel-1. Kemudian dilakukan analisis data dengan menerapkan klasifikasi terbimbing berupa *Random Forest* dengan membentuk tiga kelas klasifikasi (laut, non tambak, dan tambak). Sebelum menjalankan proses klasifikasi pembentukan sampel klasifikasi dilakukan dengan memanfaatkan visualisasi citra. Untuk citra Sentinel-2 menggunakan *False Color Composite* (RGB:8,4,3) dibantu dengan transformasi indeks air berupa NDWI (*Normalized Difference Water Index*). Sedangkan untuk citra sentinel-1 menggunakan data pada polarisasi VH secara temporal selama satu tahun dan transformasi indeks air SDWI (*Sentinel-1 Difference Water Index*).

Pemantauan data sentinel-1 secara temporal dimaksudkan untuk melihat perubahan yang terjadi pada penggunaan lahan tertentu, dan mengantisipasi adanya kesalahan identifikasi terhadap sawah dan tambak yang memiliki karakteristik yang sama pada waktu tertentu. Khusus untuk data Sentinel-1 secara temporal, dilakukan analisis tambahan berupa *Pixelwise Mean* untuk memperoleh satu data citra yang mewakili 12 data citra sebelumnya. Setelah data sampel untuk klasifikasi terbentuk berdasarkan hasil interpretasi, maka dilakukan proses klasifikasi. Untuk lebih jelasnya mengenai alur pemrosesan data, dapat dilihat pada **Gambar 3.** berikut,



Gambar 3. Diagram Alir Pemrosesan Data

Uji Akurasi Pemetaan

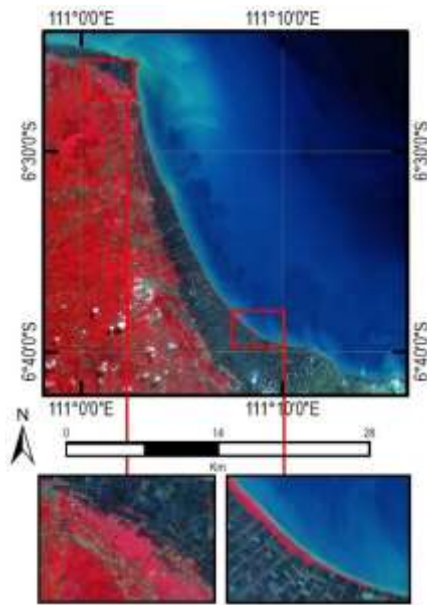
Hasil dari klasifikasi tersebut kemudian diuji akurasi dengan menggunakan metode *confusion matrix* dan *kappa hat coefisien* dengan menggunakan QGIS. Sampel akurasi diperoleh berdasarkan kegiatan lapangan dan interpretasi Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) dari *Google Earth Engine*. Untuk sampel secara total berjumlah 99 sampel di mana 36 sampel untuk tambak, 39 sampel untuk non-tambak, serta 24 sampel untuk laut

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Nilai Piksel pada Citra

Pengolahan data citra optik dalam identifikasi area tambak di Kabupaten Pati memanfaatkan citra Sentinel-2 pada band yang beresolusi spasial 10m berupa Band 2, Band 3, Band 4, dan Band 8. Sedangkan untuk citra radar memanfaatkan citra Sentinel-1 dengan band polarisasi VH. Karakteristik nilai piksel atau spektral pada citra perlu diketahui seperti sebaran nilai, rentang nilai dan pola nilai spektral pada masing-masing objek. Berguna untuk membedakan objek yang memiliki kenampakan yang sama jika dilihat secara langsung pada citra (AÇIKSARI dkk., 2018). Hal ini berlaku baik untuk citra optik maupun citra radar seperti yang digunakan pada penelitian ini. Memahami karakteristik nilai piksel pada citra akan membantu dalam pembentukan sampel klasifikasi sehingga mengurangi kesalahan dalam pembentukan data sampel. Adapun karakteristik nilai piksel masing-masing citra yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut,

Citra Optik Sentinel-2



Gambar 4. Visualisasi Citra Optik Sentinel-2 *False color composite*

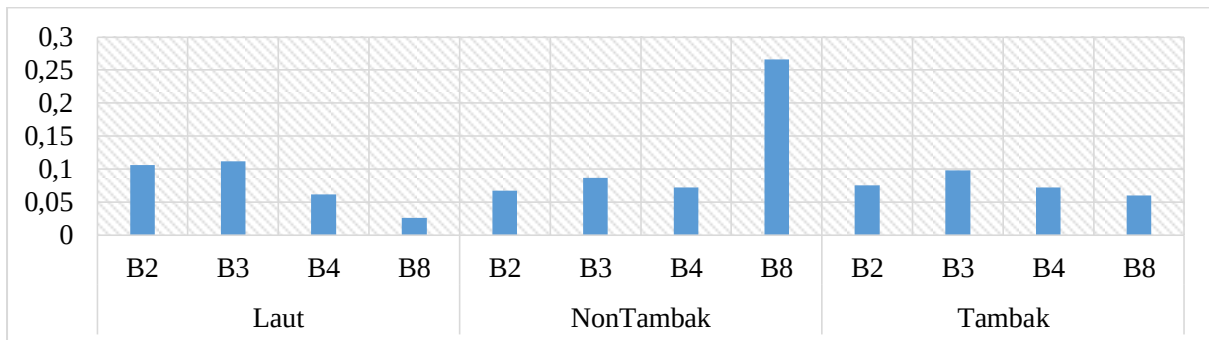
Tabel 2. Sebaran nilai piksel untuk masing-masing kelas klasifikasi pada citra optik Sentinel-2 Band resolusi 10m

Kelas	Band	Average
Laut	B2	0.1065
	B3	0.1121
	B4	0.0617
	B8	0.0263
NonTambak	B2	0.0677
	B3	0.0864
	B4	0.0719
	B8	0.2662
Tambak	B2	0.0757
	B3	0.0984
	B4	0.0725
	B8	0.0602

Sumber: Hasil analisis data, 2021

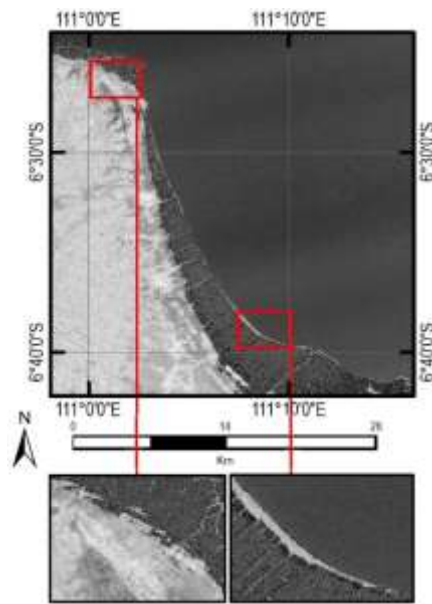
Penggunaan *false composite* (**Gambar 4.**) pada citra seperti pada citra Sentinel-2 digunakan untuk memberikan visual yang lebih jelas dalam membedakan badan air dan non air (Nizalapur & Vyas, 2020; Watson dkk., 2018). Setelah

dibentuknya data sampel klasifikasi dengan melakukan interpretasi secara visual dan transformasi indeks yang telah dijelaskan pada bagian metode. Maka didapatkanlah rata-rata nilai spektral pada masing-masing kelas yang dibentuk. Data pada **Tabel 2.** menunjukkan adanya perbedaan nilai spektral untuk setiap kelas, khususnya untuk Tambak dan Laut yang merupakan badan air. Setiap band pada citra optik menunjukkan nilai spektral untuk laut sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan tambak (Prasad dkk., 2019). Perbedaan pada nilai spektral untuk objek badan air bisa disebabkan karena pengaruh dari komponen atau objek yang ada didalamnya serta kondisi perairan maupun jenis tambak yang ada (Ottinger dkk., 2017). Perbedaan nilai yang menonjol juga diperlihatkan pada Band 8 untuk masing-masing kelas dikarenakan Band 8 merupakan Band NIR yang sensitif terhadap badan air (Watson dkk., 2018). Dapat dilihat pada pola grafik yang ada pada **Gambar 5.** yang menunjukkan pola nilai spektral untuk masing-masing band pada setiap kelas klasifikasi yang ingin dibentuk. Pola nilai spektral pada kelas Laut memiliki kesamaan dengan pola yang ada pada kelas tambak pada masing-masing band memiliki respon spektral yang sama, dan hanya berselisih nilai kecil. Berbeda dengan kelas non-tambak yang memiliki pola sendiri dengan nilai spektral untuk band 8 cenderung lebih tinggi karena pantulan spektral pada Band 8 banyak kembali pada sensor untuk objek non air (Yu dkk., 2020).



Gambar 5. Grafik sebaran nilai rata-rata piksel untuk masing-masing kelas klasifikasi pada Band Resolusi 10m Citra Optik Sentinel-2

Citra Radar Sentinel-1



Gambar 6. Visualisasi (a) Citra Radar Sentinel-1 Polarisasi VH.

Tabel 3. Sebaran nilai piksel untuk masing-masing kelas klasifikasi pada citra radar Sentinel-1 Polarisasi VH

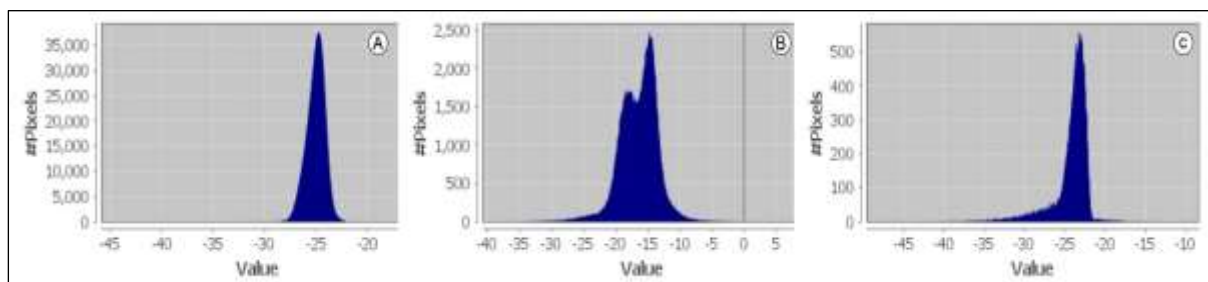
Kelas	Band	Average
Laut	Sigma0_VH_db	-25.0961
NonTambak	Sigma0_VH_db	-16.503
Tambak	Sigma0_VH_db	-24.1743

Sumber: Hasil analisis data, 2021

Data citra yang digunakan untuk klasifikasi pada citra radar Sentinel-1 hanyalah menggunakan polarisasi VH dengan kenampakan citra seperti pada **Gambar 6**. Dikarenakan pada polarisasi tersebut hamburan balik memberikan gambaran yang lebih baik dan dalam pengekstraksian informasi penggunaan lahan sangat baik (Chen dkk., 2020; Ottinger dkk., 2018). Khusus untuk data Sentinel-1, data yang digunakan berupa data *time-series* selama 12 bulan yang kemudian diterapkan model *pixelwise mean* untuk mengurangi *noise* pada citra. Dengan resolusi 10m, pada lokasi penelitian yang dipilih, kenampakan untuk penampang tambak masih dapat teridentifikasi sehingga memungkinkan dilakukan pemetaan area tambak.

Berdasarkan data sampel klasifikasi yang telah dibentuk sebelumnya yang digunakan pada citra optik. Rata-rata nilai hamburan balik dapat dilihat pada **Tabel 3**. di atas. Data citra radar seperti Sentinel-1 sangatlah sensitif terhadap badan air, sehingga data ini banyak digunakan dalam penelitian yang berhubungan dengan badan air (Bioresita dkk., 2018; Hardy dkk., 2019). Maka dapat dilihat nilai rata-rata hamburan balik untuk kelas laut dan tambak memiliki perbedaan yang sangat kecil. Hal ini seperti perbedaan yang terjadi pada citra optik sebelumnya.

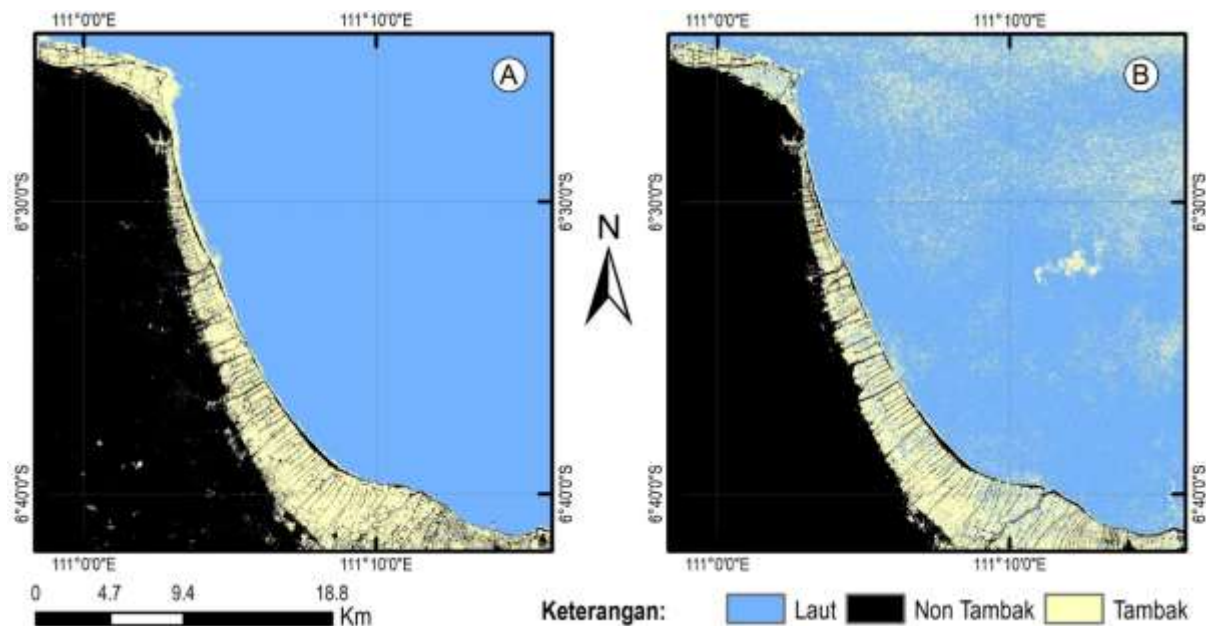
Berdasarkan sebaran nilai hamburan balik pada masing-masing kelas klasifikasi seperti pada **Gambar 7** di bawah ini. Rentang nilai hamburan balik untuk badan air seperti laut dan tambak tidak terlalu besar. Berbeda dengan objek non-air memiliki rentang nilai hamburan balik yang cukup luas dengan variasi nilai beragam (S. Jia dkk., 2019).



Gambar 7. Grafik sebaran nilai piksel untuk masing-masing kelas klasifikasi pada citra radar Sentinel-1 (a) Laut, (b) Non Tambak, (c) Tambak

B. Hasil Klasifikasi

Pengklasifikasian dilakukan dengan menerapkan metode klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*) yaitu *Random Forest*. Adapun hasil klasifikasi dalam upaya identifikasi tambak menggunakan data citra Optik Sentinel-2 dan citra radar Sentinel-1 untuk Kabupaten Pati dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Hasil Klasifikasi menggunakan (a) Citra Optik Sentinel-2, (b) Citra Radar Sentinel-1

Kesalahan hasil klasifikasi yang diterapkan di Kabupaten Pati menggunakan data citra optik berdasarkan matriks (**Tabel 4.**). Dilihat untuk klasifikasi kelas Laut, terdapat kesalahan sebesar 0.0154 yang terkelaskan sebagai tambak. Non tambak sebesar 0.0031 sebagai Tambak. Kesalahan tambak sebesar 0.0355 sebagai laut. Secara visual hasil klasifikasi menggunakan citra optik Sentinel-2 (**Gambar 7.a**) dapat dilihat kesalahan terjadi di area non tambak yang teridentifikasi sebagai tambak. Berdasarkan hasil lapangan, kesalahan yang terjadi pada daerah sawah, dan untuk area tambak yang teridentifikasi sebagai non-tambak merupakan tambak garam. Di mana garam memberikan pantulan spektral yang berbeda dengan badan air (K. Jia dkk., 2018). Adapun kesalahan klasifikasi pada area laut yang menjadi tambak, yang terjadi di area sekitar muara sehingga air menjadi payau dan karakteristiknya mirip dengan tambak (Ren dkk., 2018).

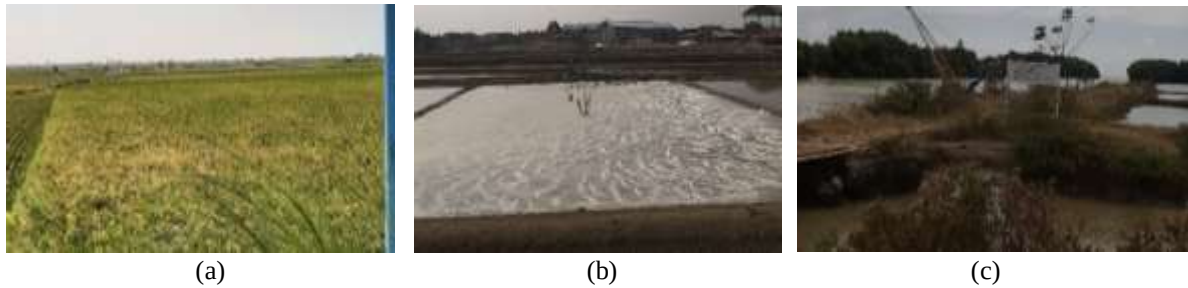
Tabel 4. Tabel matriks hasil klasifikasi pada citra optik dan citra radar

Kelas	Citra Optik Sentinel-2			Citra Radar Sentinel-1		
	Laut	NonTambak	Tambak	Laut	NonTambak	Tambak
Laut	0.4965	0	0.0355	0.2390	0	0.2264
Non Tambak	0	0.3957	0	0	0.3855	0.0099
Tambak	0.0154	0.0031	0.0539	0.0316	0	0.1076

Sumber: Hasil analisis data, 2021

Kesalahan klasifikasi yang terjadi pada citra Sentinel-1 polarisasi VH dilihat pada **Tabel 4**. Ditemukan pengklasifikasian untuk tambak mengalami kesalahan klasifikasi sebagai Laut dengan *error* sebesar 0.2264 dan 0.0099 sebagai non tambak. Sedangkan untuk nilai *error* untuk laut yang teridentifikasi sebagai tambak 0.0316. Secara visual hasil untuk citra radar (**Gambar 7.b**) dapat dilihat dengan jelas sebaran tambak di area Pesisir Kabupaten Pati. Namun untuk di area laut terdapat kesalahan klasifikasi sebagai tambak yang dapat dilihat secara langsung untuk polarisasi VH (b). Sedangkan untuk di daerah daratan yang tidak memungkinkan untuk dibentuknya tambak, secara visual tidak mengalami kesalahan klasifikasi. Tetapi ditemukan kesalahan klasifikasi pada area laut

untuk polarisasi VH. Hal ini bisa disebabkan oleh kondisi perairan yang terhitung secara merata (Bioresita dkk., 2019) selama 12 bulan data yang digunakan.



Gambar 8. Contoh penyebab kesalahan klasifikasi (a) persawahan, (b) Tambak garam, (c) Muara sungai

C. Akurasi Pemetaan Hasil Klasifikasi

Data Citra Optik Sentinel-2

Akurasi pemetaan dengan menerapkan *confusion matrix* pada hasil klasifikasi citra optik Sentinel-2 diperoleh sebesar 94.61% dengan Koefisien Kappa sebesar 0.90 (**Tabel 5**). Kesalahan klasifikasi yang terjadi di daerah penelitian ini cenderung berada di daerah peralihan antara darat dan laut. Muara sungai di pesisir Pati dapat menjadi penyebab kesalahan klasifikasi laut yang menjadi tambak di sekitar bibir pantai, kondisi air payau di daerah tersebut akibat pertemuan air sungai dan laut memiliki karakteristik yang sama dengan tambak (Ren dkk., 2018). Selain itu kesalahan juga sedikit terjadi pada daerah sawah yang masih memiliki genangan air sehingga teridentifikasi sebagai tambak (Haris dkk., 2021). Penelitian ini hampir sejalan dengan hasil yang diperoleh Haris dkk., 2021 dengan menggunakan citra Sentinel-2 dalam pemetaan tambak dengan perolehan akurasi pemetaan sebesar 81%. Begitupula oleh AÇIKSARI dkk., 2018 dengan penggunaan citra Sentinel-2 dalam pemetaan penutuplahan yang di dalamnya termasuk tambak dengan perolehan akurasi pemetaan sebesar 86.1% dengan memanfaatkan data citra optik. Sedangkan untuk penggunaan citra optik lainnya dengan menggunakan data Landsat secara multi-temporal selama 30 tahun untuk memetakan tambak di pesisir China, hasil akurasi yang diperoleh sebesar 96.8% (Duan dkk., 2021). Besaran hasil akurasi pemetaan pada penelitian ini jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, secara umum memiliki arah yang sama pada masing-masing penelitian.

Tabel 5. Akurasi hasil klasifikasi menggunakan citra optik dan citra radar

No.	Sensor	Data	Akurasi (%)	Koefisien Kappa
1	Optik	Sentinel-2	94.61	0.9
2	Radar	Sentinel-1	73.21	0.6

Sumber: Hasil analisis data, 2021

Data Citra Radar Sentinel-1

Akurasi pemetaan yang dihasilkan dengan menggunakan citra radar Sentinel-1 sebesar 73.21% dengan koefisien Kappa sebesar 0.6 (**Tabel 5**), hasil ini lebih rendah dari akurasi hasil citra optik. Kesalahan yang umum terjadi pada hasil klasifikasi citra radar tersebut adalah sebagian dari tambak untuk bagian tertentu teridentifikasi sebagai laut. Hal ini bisa disebabkan karena komposisi dari tambak akan sangat berpengaruh terhadap nilai hamburan balik (Sridhar dkk., 2008). Selain itu sensitifitas citra radar sangatlah tinggi terhadap objek badan air (Hardy dkk., 2019). Sehingga kemungkinan kesalahan klasifikasi yang terjadi antara laut dan tambak masih mungkin terjadi. Jika dibandingkan dengan penelitian lain yang menggunakan citra yang sama, penelitian oleh Chen dkk., 2020 yang mencoba untuk memetakan tutupan lahan yang didalamnya termasuk tambak, hasil akurasi yang diperoleh untuk pemetaan tersebut sebesar 62.1%. Pada penelitian Prasad dkk., 2019 yang

menggunakan data sentinel-1 secara temporal menghasilkan akurasi pemetaan sebesar 89%. Serta penelitian oleh Sun dkk., 2020 yang memetakan tambak di pesisir Vietnam yang memiliki banyak muara sungai, akurasi yang dihasilkan sebesar 90.2%. Untuk besaran akurasi pemetaan yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki hasil yang sejalan untuk beberapa penelitian dengan tingkat akurasi yang tidak terlalu tinggi, namun secara umum, penyebab kesalahan klasifikasi yang terjadi cukup sama.

Tabel 6. Akurasi hasil klasifikasi penelitian sebelumnya

No.	Sensor	Data	Peneliti	Akurasi (%)
1	Optik	Landsat Archive	(Duan dkk., 2021)	96.8
		Sentinel-2	(AÇIKSARI dkk., 2018)	86.1
		Sentinel-2	(Haris dkk., 2021)	81.0
2	Radar	Sentinel-1	(Sun dkk., 2020)	90.2
		Sentinel-1	(Prasad dkk., 2019)	89.0
		Sentinel-1	(Chen dkk., 2020)	62.1

Sumber: Hasil analisis data, 2021

SIMPULAN

Ditemukan pada penelitian ini bahwa penggunaan citra optik dalam kasus ini Sentinel-2 memiliki akurasi pemetaan yang lebih baik dibandingkan dengan citra radar Sentinel-1 pada area kajian. Perbedaan ini bisa didasarkan pada jumlah referensi band yang berbeda. Pada sistem pengklasifikasian *random forest* akan memberikan hasil yang baik jika memiliki referensi yang cukup banyak. Namun untuk data Sentinel-1 sendiri memiliki kelebihan dalam membedakan antara badan air dan yang bukan badan air jika dibandingkan dengan data sentinel-2 yang beberapa titik mengalami kesalahan klasifikasi. Dalam upaya untuk meningkatkan akurasi hasil pemetaan, khususnya untuk data Sentinel-1 dapat dikembangkan beberapa metode pendekatan. Dengan memanfaatkan karaktersitik citra berupa hamburan balik yang dapat dikelompokkan menjadi model tekstur. Sehingga dapat membantu dalam proses pengklasifikasian dan meningkatkan akurasi pemetaan.

DAFTAR PUSTAKA

- AÇIKSARI, E., AKÇAY, Ö., & AVŞAR, E. Ö. (2018). *SENTINEL-1 PolSAR ve SENTINEL-2 OPTİK UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN FÜZYON ile SINIFLANDIRILMASI*. 18–21.
<https://doi.org/10.15659/uzalcbcs2018.6668>
- Afroz, T., & Alam, S. (2013). Sustainable shrimp farming in Bangladesh: A quest for an Integrated Coastal Zone Management. *Ocean and Coastal Management*, 71, 275–283.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.10.006>
- Alexandridis, T. K., Topaloglou, C. A., Lazaridou, E., & Zalidis, G. C. (2008). The performance of satellite images in mapping aquacultures. *Ocean and Coastal Management*, 51(8–9), 638–644.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2008.06.002>
- Azahra, M. F., Herzegovina, R., & Rosyadi, A. (2019). *Pemetaan Tambak pada Citra Sentinel 2A Menggunakan Metode GEOBIA di Wilayah Pasir Sakti , Lampung Timur Pond Mapping in Sentinel 2A using GEOBIA Methods in Pasir Sakti*. 455–461.
- Bioresita, F., Puissant, A., Stumpf, A., & Malet, J. P. (2018). A method for automatic and rapid mapping of water surfaces from Sentinel-1 imagery. *Remote Sensing*, 10(2).
<https://doi.org/10.3390/rs10020217>
- Bioresita, F., Puissant, A., Stumpf, A., & Malet, J. P. (2019). Fusion of Sentinel-1 and Sentinel-2 image time series for permanent and temporary surface water mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 40(23), 9026–9049. <https://doi.org/10.1080/01431161.2019.1624869>
- Chen, S., Useya, J., & Mugiyu, H. (2020). Decision-level fusion of Sentinel-1 SAR and Landsat 8 OLI texture features for crop discrimination and classification: case of Masvingo, Zimbabwe.

- Heliyon*, 6(11), e05358. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05358>
- Duan, Y., Li, X., Zhang, L., Chen, D., Liu, S., & Ji, H. (2020). Mapping national-scale aquaculture ponds based on the Google Earth Engine in the Chinese coastal zone. *Aquaculture*, 520(November 2019), 734666. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734666>
- Duan, Y., Tian, B., Li, X., Liu, D., Sengupta, D., Wang, Y., & Peng, Y. (2021). Tracking changes in aquaculture ponds on the China coast using 30 years of Landsat images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 102, 102383. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102383>
- European Space Agency. (2013). *Sentinel-1: Instrument Payload*. <https://sentinel.esa.int/>
- European Space Agency. (2020). *About Copernicus Sentinel-2*. 1. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
- Fu, Y., Deng, J., Ye, Z., Gan, M., Wang, K., Wu, J., Yang, W., & Xiao, G. (2019). Coastal aquaculture mapping from very high spatial resolution imagery by combining object-based neighbor features. *Sustainability (Switzerland)*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/su11030637>
- Gusmawati, N. F., Andayani, A., & Mu'awanah, U. (2016). Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi Untuk Pemetaan Tambak Di Kecamatan Ujung Pangkah, Gresik. *Jurnal Kelautan Nasional*, 11(1), 35. <https://doi.org/10.15578/jkn.v11i1.6065>
- Hardy, A., Ettrich, G., Cross, D. E., Bunting, P., Liywalii, F., Sakala, J., Silumesii, A., Singini, D., Smith, M., Willis, T., & Thomas, C. J. (2019). Automatic detection of open and vegetated water bodies using Sentinel 1 to map African malaria vector mosquito breeding habitats. *Remote Sensing*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/rs11050593>
- Haris, N. A., Kusuma, S. S., Arjasakusuma, S., & Wicaksono, P. (2021). Comparison of Sentinel-2 and Multitemporal Sentinel-1 SAR Imagery for Mapping Aquaculture Pond Distribution in the Coastal Region of Brebes Regency, Central Java, Indonesia. *Geographia Technica*, 16(Special Issue), 128–137. https://doi.org/10.21163/GT_2021.163.10
- Jia, K., Jiang, W., Li, J., & Tang, Z. (2018). Spectral matching based on discrete particle swarm optimization: A new method for terrestrial water body extraction using multi-temporal Landsat 8 images. *Remote Sensing of Environment*, 209(April 2017), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.02.012>
- Jia, S., Xue, D., Li, C., Zheng, J., & Li, W. (2019). Study on New Method for Water Area Information Extraction Based on Sentinel-1 Data. *Yangtze River*, 50(5).
- Joffre, O. M., Poortvliet, P. M., & Klerkx, L. (2019). To cluster or not to cluster farmers? Influences on network interactions, risk perceptions, and adoption of aquaculture practices. *Agricultural Systems*, 173(February), 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.011>
- Johnston, C. A. (1998). *Geographic Information System in Ecology*. Blackwell Science.
- Lasabuda, R. (2013). Regional Development in Coastal and Ocean in Archipelago Perspective of The Republic of Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1, 92–101. <https://doi.org/10.35800/jip.1.2.2013.1251>
- Millard, K., & Richardson, M. (2013). Wetland mapping with LiDAR derivatives, SAR polarimetric decompositions, and LiDAR-SAR fusion using a random forest classifier. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 39(4), 290–307. <https://doi.org/10.5589/m13-038>
- Nizalapur, V., & Vyas, A. (2020). Texture analysis for land use land cover (LULC) classification in parts of Ahmedabad, Gujarat. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 43(B3), 275–279. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2020-275-2020>
- Obida, C. B., Blackburn, G. A., Whyatt, J. D., & Semple, K. T. (2019). River network delineation from Sentinel-1 SAR data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 83(June), 101910. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101910>
- Ottinger, M., Clauss, K., Huth, J., Eisfelder, C., Leinenkugel, P., & Kuenzer, C. (2018). Time series sentinel-1 SAR data for the mapping of aquaculture ponds in coastal Asia. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2018-July, 9371–9374. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2018.8651419>
- Ottinger, M., Clauss, K., & Kuenzer, C. (2016). Aquaculture: Relevance, distribution, impacts and spatial assessments - A review. *Ocean and Coastal Management*, 119(2016), 244–266. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.10.015>

- Ottinger, M., Clauss, K., & Kuenzer, C. (2017). Large-scale assessment of coastal aquaculture ponds with Sentinel-1 time series data. *Remote Sensing*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/rs9050440>
- Ottinger, M., Kuenzer, C., Liu, G., Wang, S., & Dech, S. (2013). Monitoring land cover dynamics in the Yellow River Delta from 1995 to 2010 based on Landsat 5 TM. *Applied Geography*, 44, 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.003>
- Peng, Y., Chen, G., Li, S., Liu, Y., & Pernetta, J. C. (2013). Use of degraded coastal wetland in an integrated mangrove-aquaculture system: A case study from the South China Sea. *Ocean and Coastal Management*, 85, 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2013.04.008>
- Porporato, E. M. D., Pastres, R., & Brigolin, D. (2020). Site Suitability for Finfish Marine Aquaculture in the Central Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science*, 6(January), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00772>
- Prasad, K. A., Ottinger, M., Wei, C., & Leinenkugel, P. (2019). Assessment of coastal aquaculture for India from Sentinel-1 SAR time series. *Remote Sensing*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/rs11030357>
- Prasetyo, A. B., Albasri, H., & Rasidi. (2010). Perkembangan Budidaya Bandeng Di Pantai Utara Jawa Tengah. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*, 123–137.
- Rana, V. K., & Suryanarayana, T. M. V. (2019). Evaluation of SAR speckle filter technique for inundation mapping. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 16(October), 100271. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100271>
- Ren, C., Wang, Z., Zhang, B., Li, L., Chen, L., Song, K., & Jia, M. (2018). Remote Monitoring of Expansion of Aquaculture Ponds Along Coastal Region of the Yellow River Delta from 1983 to 2015. *Chinese Geographical Science*, 28(3), 430–442. <https://doi.org/10.1007/s11769-017-0926-2>
- Ren, C., Wang, Z., Zhang, Y., Zhang, B., Chen, L., Xi, Y., Xiao, X., Doughty, R. B., Liu, M., Jia, M., Mao, D., & Song, K. (2019). Rapid expansion of coastal aquaculture ponds in China from Landsat observations during 1984–2016. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 82(April), 101902. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.101902>
- Ruzza, G., Guerriero, L., Grelle, G., Guadagno, F. M., & Revellino, P. (2019). Multi-method tracking of monsoon floods using Sentinel-1 imagery. *Water (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/w11112289>
- Sridhar, P. N., Surendran, A., & Ramana, I. V. (2008). Auto-extraction technique-based digital classification of saltpans and aquaculture plots using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 29(2), 313–323. <https://doi.org/10.1080/01431160701250374>
- Sun, Z., Luo, J., Yang, J., Yu, Q., Zhang, L., Xue, K., & Lu, L. (2020). Nation-scale mapping of coastal aquaculture ponds with sentinel-1 SAR data using google earth engine. *Remote Sensing*, 12(18), 1–18. <https://doi.org/10.3390/RS12183086>
- Watson, C. S., King, O., Miles, E. S., & Quincey, D. J. (2018). Optimising NDWI supraglacial pond classification on Himalayan debris-covered glaciers. *Remote Sensing of Environment*, 217(September), 414–425. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.020>
- Yu, Z., Di, L., Rahman, M. S., & Tang, J. (2020). Fishpond mapping by spectral and spatial-based filtering on google earth engine: A case study in singra upazila of Bangladesh. *Remote Sensing*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/RS12172692>
- Zhang, Y., Zhang, G., & Zhu, T. (2020). Seasonal cycles of lakes on the Tibetan Plateau detected by Sentinel-1 SAR data. *Science of the Total Environment*, 703, 135563. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135563>