





Jambura Geoscience Review

p-ISSN 2623-0682 | e-ISSN 2656-0380

Department of Earth Science and Technology, Universitas Negeri Gorontalo



Pemetaan Distribusi *Mangrove* Menggunakan Citra Sentinel-2A: Studi Kasus Kota Langsa

M Taufik Rahmadi¹ , Eni Yuniastuti¹, Maulana Abdul Hakim², Ayu Suciani³ ¹Jurusan Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Medan, Jalan Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Kota Medan, 20221, Sumatera Utara, Indonesia²Magister Penginderaan Jauh, Universitas Gadjah Mada, Jalan Kaliurang, Sekip Utara, Bulaksumur, Sinduadi Sleman, Yogyakarta, 55281, Indonesia³Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Jalan Prof Dr Syarif Thayeb, Meurandeh, Langsa Lama, Kota Langsa, 24416, Aceh, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 11 August 2021

Accepted: 16 November 2021

Published: 16 December 2021

Keywords:

Distribution; Langsa City; Mangrove; Mapping; Sentinel-2A

Corresponding author:

M Taufik Rahmadi

Email: taufikrahmadi@unimed.ac.id

Read online:



Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

ABSTRACT

Mangroves are one of the most productive ecosystems for human life, marine ecosystems, and coastal areas. Mangrove distribution is a distribution based on specific geographical or administrative boundaries. Kota Langsa is one of the areas that has a good representation of the distribution of mangroves. Therefore, researchers studied the Kota Langsa area because Kota Langsa is one of the areas with the largest and most diverse mangrove ecosystem in Aceh Province. This study examines the mapping of mangrove distribution using Sentinel-2A multispectral imagery with composite images of Red, Green, and Blue. This research uses SNAP software. The research stages consist of radiometric correction, atmospheric correction, and multispectral image classification. The method used in image classification is the maximum likelihood algorithm. The use of the maximum likelihood algorithm is because the maximum likelihood algorithm gives the best results among other algorithms. The development of the research is the distribution of mangroves in Langsa City, covering an area of 4727.35 ha, which is divided into three sub-districts and eleven gampong (kelurahan). The sub-districts that have mangrove distribution are East Langsa District covering an area of 3240.25 Ha (68.55%), Langsa Barat District covering an area of 1486.47 Ha (31.45%), and Langsa Lama District covering an area of 0.63 Ha (0.013).

How to cite: Rahmadi, M. T., Yuniastuti, E., Hakim, M. A., & Suciani, A. (2022). Pemetaan Distribusi Mangrove Menggunakan Citra Sentinel-2A: Studi Kasus Kota Langsa. *Jambura Geoscience Review*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v4i1.11380>

1. PENDAHULUAN

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang paling produktif dan ekosistem biologis yang sangat penting di dunia karena *mangrove* menyediakan barang dan jasa ekosistem penting untuk manusia, wilayah pesisir, dan laut. Ekosistem *mangrove* adalah salah satu tumbuhan yang mendominasi pada lahan basah pesisir tropis dan subtropis di seluruh dunia (Kuenzer et al., 2011). *Mangrove* dapat mengurangi dampak bencana alam, kerusakan wilayah pesisir, menyediakan tempat berkembang biak dan makanan untuk spesies wilayah pesisir dan laut, bahan bakar, sebagai obat-obatan, dan bahan bangunan untuk masyarakat wilayah pesisir (lokal) (Giri et al., 2011). Menurut Brander et al., (2012) *mangrove* memiliki karakteristik sebagai barang publik yaitu memberikan keuntungan atau manfaat bagi yang menerimanya seperti tempat pembibitan ikan, penyedia habitat, perlindungan pantai, dan penyangga badai.

Saat ini *mangrove* mengalami sejumlah ancaman, seperti polusi, pengebangan *mangrove*, fragmentasi, dan meningkatnya suhu permukaan laut (Giri et al., 2011). Ancaman lain kerusakan *mangrove* adalah perubahan iklim, meningkatnya jumlah penduduk, pembangunan wilayah pesisir, konversi penggunaan lahan *mangrove* menjadi tambak, perkembangan wilayah kota, pembangunan infrastruktur, dan kenaikan permukaan laut (Barbier et al., 2011). Menurut Giri et al., (2011) kenaikan permukaan laut bisa merupakan ancaman yang nyata terbesar bagi ekosistem *mangrove*. Ancaman terhadap degradasi salah satunya disebabkan karena kurangnya pemahaman pengambil keputusan terhadap fungsi dasar *mangrove* dan *mangrove* hanya dilihat dari segi ekonomi saja (Brander et al., 2012). Hutan *mangrove* harus terus dilakukan pelestarian karena memiliki manfaat yang sangat besar untuk kehidupan manusia dan ekosistem sekitar. Menurut Chow (2018) pelestarian hutan *mangrove* merupakan strategi yang menjanjikan untuk mengurangi gangguan atmosfer dan membantu menghadapi perubahan iklim terutama untuk masyarakat pesisir.

Ekosistem *mangrove* memberikan nilai ekologi, sosial, dan ekonomi yang signifikan untuk kehidupan manusia (Chen et al., 2017). Sebagai ekosistem dengan produktifitas yang tinggi dan memberikan manfaat yang beragam, *mangrove* haruslah dikelola dengan baik dan diperlukan pemantauan dengan jangka waktu tertentu (berkesinambungan). Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu dengan melakukan pemetaan distribusi *mangrove*. Pemetaan *mangrove* memiliki peran penting untuk memahami karakteristik, distribusi, dan spesies *mangrove* sehingga dapat memberikan informasi terkait dengan perubahan lingkungan (Dat Pham et al., 2019). Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2021) luas *mangrove* Indonesia saat ini mencapai 3.49 juta ha (100%) dengan komposisi 2.17 juta ha (62.18%) terletak pada wilayah hutan dan 1.32 juta ha (37.82%) terletak pada wilayah non hutan. Onrizal (2010) mengemukakan luas *mangrove* Indonesia hampir 50% dari luas *mangrove* asia dan hampir 25% dari luas hutan *mangrove* dunia.

Pemetaan distribusi *mangrove* dapat dilakukan dengan metode manual yaitu pengukuran langsung di lapangan atau dengan penggunaan metode penginderaan jauh (interpretasi citra penginderaan jauh). Hirata et al., (2014) mengemukakan metode manual yaitu pengukuran langsung di lapangan memberikan hasil akurasi yang tinggi tetapi menjadi tidak efektif dan efisien jika dilakukan pada kawasan *mangrove* yang luas karena menghabiskan banyak waktu dan biaya. Salah satu metode terbaik yang terus berkembang saat ini adalah pemanfaatan data citra penginderaan jauh. Pemanfaatan metode citra penginderaan jauh untuk pemetaan *mangrove* terus berkembang dengan tersedianya berbagai macam resolusi spasial citra dari resolusi spasial rendah hingga resolusi spasial tinggi. Menurut Heumann (2011) metode penginderaan jauh merupakan metode yang paling ideal dan praktis untuk pemetaan distribusi spasial hutan *mangrove* karena mengkombinasikan data citra dan data survei lapangan.

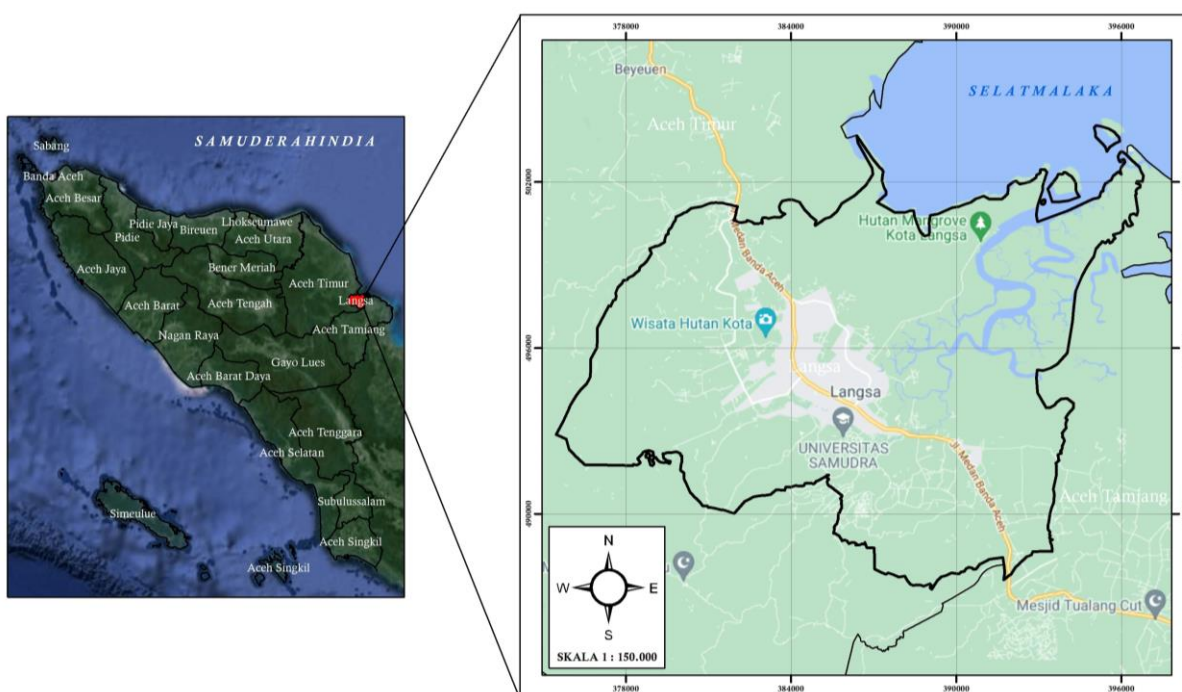
Pemetaan distribusi *mangrove* menggunakan metode penginderaan jauh sudah banyak dilakukan sebelumnya seperti oleh Rafsenja et al., (2020) yang melakukan penelitian menggunakan citra Landsat 8 dan citra Sentinel-2A. Rafsenja et al., (2020) mengidentifikasi sebaran *mangrove* menggunakan algoritma NDVI dengan komposit saluran 4 dan saluran 5 pada citra Landsat 8 dan komposit saluran 4 dan saluran 8 pada citra Sentinel-2A. Hasil akurasi yaitu citra Landsat 8 memberikan akurasi sebesar 75.51% dan citra Sentinel-2A memberikan akurasi sebesar 87.50%. Penelitian lainnya dilakukan oleh Rahmadi et al., (2020) tentang perubahan luasan hutan *mangrove* menggunakan citra Landsat 8 OLI di Langkat memberikan hasil akurasi citra sebesar 95% dengan klasifikasi multispektral *supervised* algoritma *maximum likelihood*.

Salah satu data penginderaan jauh yang dapat digunakan untuk pemetaan *mangrove* adalah citra Sentinel 2A. Citra Sentinel-2A memiliki 13 saluran multispektral 13 saluran spektral dan terbagi menjadi 4 saluran dengan resolusi spasial 10 meter, 6 saluran dengan resolusi spasial 20 meter, dan 3 saluran dengan resolusi spasial 60 meter (Rosyidy et al., 2019). Citra Sentinel-2A dapat digunakan untuk mengetahui estimasi kerapatan *mangrove* dan transformasi indeks vegetasi merupakan transformasi paling umum yang sering digunakan dalam pemetaan dan pemodelan *mangrove* (Wicaksono et al., 2016). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pham et al., (2019) mengemukakan bahwa citra Sentinel-2A mampu memberikan hasil yang maksimal untuk pemetaan *mangrove* di daerah tropis dengan penggunaan metode (NDVI) dan kombinasi yang

tepat. Wang et al., (2018) mengemukakan pemanfaatan citra Sentinel -2A untuk pemetaan luas *mangrove* memberikan hasil akurasi mencapai 90% dengan memanfaatkan saluran inframerah gelombang pendek.

Pemetaan hutan *mangrove* menggunakan citra Sentinel-2A sudah banyak dilakukan oleh peneliti lain pada hutan *mangrove* yang tersebar di dunia dan menggunakan berbagai macam klasifikasi citra. Ghorbanian et al., (2021) melakukan penelitian pemetaan ekosistem *mangrove* menggunakan Sentinel-1 dan Sentinel-2 dengan metode klasifikasi *Random Forest* (RF) menggunakan *Google Earth Engine* memberikan hasil akurasi total sebesar 93.23%. Hasil penelitian lainnya yang dilakukan oleh Akhrianti (2019) tentang pemetaan distribusi spasial *mangrove* di Pulau Kelapan yaitu citra Sentinel-2A menggunakan klasifikasi *maximum likelihood* dengan komposit citra RGB (432) memberikan nilai akurasi sebesar 86%. Pemanfaatan citra Sentinel-2A perlu diterapkan pada pemetaan *mangrove* wilayah berbeda dengan metode klasifikasi *maximum likelihood* untuk menguji tingkat akurasi citra. Menurut Danoedoro (2012) klasifikasi *maximum likelihood* merupakan klasifikasi multispektral yang paling matang diantara klasifikasi multispektral lainnya.

Kota Langsa merupakan salah satu wilayah yang memiliki ekosistem *mangrove*. Hasil penelitian Suciani et al., (2020) menggunakan citra Landsat 8 OLI luas *mangrove* Kota Langsa pada tahun 2016 sebesar 1668.80 ha dan tahun 2018 sebesar 1338.03 ha. Distribusi *mangrove* di Kota Langsa mengalami pengurangan dalam jangka waktu 2 tahun sebesar 330.07 ha. Perubahan (pengurangan) luasan terjadi karena berbagai faktor seperti kondisi alam dan aktivitas manusia. Perubahan luasan ini perlu dikaji lebih lanjut dengan menggunakan data penginderaan jauh yang berbeda. Menurut Wicaksono (2017) pemetaan *mangrove* menggunakan penginderaan jauh dengan resolusi spasial dan spektral berbeda diperlukan untuk mengatasi berbagai kebutuhan pengelolaan *mangrove*. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan distribusi hutan *mangrove* Kota Langsa menggunakan data citra Sentinel-2A dengan memanfaatkan saluran multispektral. Analisis hasil distribusi hutan *mangrove* merupakan sebuah temuan baru berdasarkan penggunaan data citra Sentinel 2A dan dapat dijadikan sebagai perbandingan dengan hasil pemetaan menggunakan data penginderaan jauh lainnya.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2. METODE

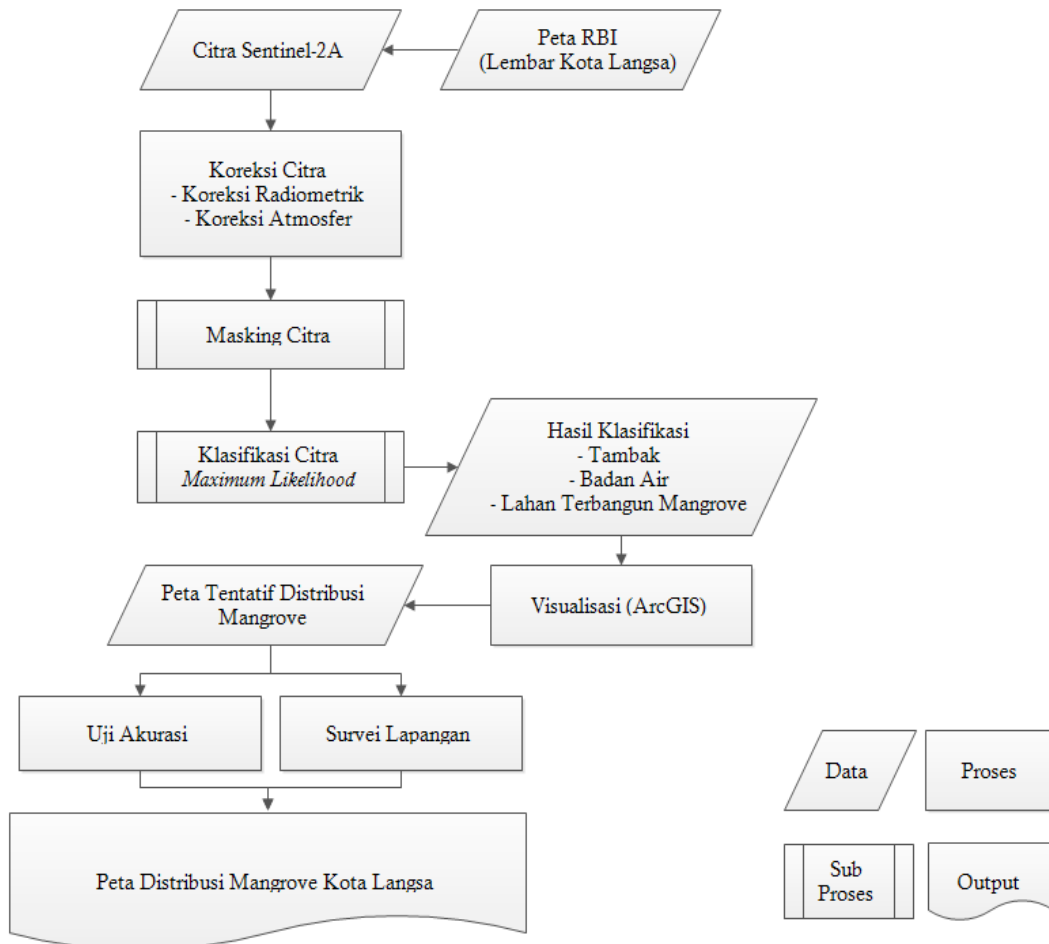
2.1. Lokasi Penelitian

Kota Langsa merupakan salah satu kota pada bagian timur Provinsi Aceh yang ditetapkan menjadi kota berdasarkan undang-undang nomor 3 tahun 2001. Kota Langsa memiliki luas 262.42 km² dan secara geografis Kota Langsa terletak pada 04°2'35.68'' – 04°33'47.03'' Lintang Utara dan 97°53'14.59'' – 98°04'42.16'' Bujur Timur (Gambar 1). Kota Langsa terbagi menjadi lima kecamatan yaitu Kecamatan Langsa Lama, Kecamatan Langsa Baru, Kecamatan Langsa Timur, Kecamatan Langsa Barat, dan Kecamatan Langsa Kota.

Tabel 1. Karakteristik citra Sentinel-2A

Band	Spektrum	Panjang gelombang (μm)	Resolusi spasial (m)
1	Coastal Aerosol	0.433 – 0.453	60
2	Blue	0.458 – 0.523	10
3	Green	0.543 – 0.578	10
4	Red	0.650 – 0.680	10
5	Vegetation Red Edge1	0.698 – 0.713	20
6	Vegetation Red Edge2	0.733 – 0.748	20
7	Vegetation Red Edge3	0.765 – 0.785	20
8	NIR	0.785 – 0.900	10
8a	Vegetation Red Edge4	0.855 – 0.875	20
9	Water Vapour	0.855 – 0.875	60
10	SWIR-Cirus	1.365 – 1.385	60
11	SWIR1	1.565 – 1.655	20
12	SWIR2	2.100 – 2.280	20

Sumber: (Gascon et al., 2017)



Gambar 2. Tahapan pemrosesan citra Sentinel-2A

Kota Langsa merupakan salah satu kota yang memiliki potensi spesies *mangrove* yang beragam. Menurut Iswahyudi et al., (2020) *mangrove* Kota Langsa terdiri atas dua kelompok yaitu kelompok sejati dan kelompok ikutan. Kelompok sejati terdiri atas 8 famili yaitu *Pteridaceae*, *Avicenniaceae*, *Rhizophoraceae*, *Euphorbiaceae*, *Combretaceae*, *Arecaceae*, *Sonneratiaceae*, dan *Meliaceae*. Sedangkan kelompok ikutan terdiri atas 6 famili yaitu *Malvaceae*, *Euphorbiaceae*, *Molluginaceae*, *Rubiaceae*, *Asteraceae*, dan *Verbeceae*. Oleh karena itu hutan *mangrove* Kota Langsa memiliki representasi yang baik untuk dilakukan penelitian distribusi *mangrove* dan dapat digunakan sebagai pendataan pengelolaan *mangrove* yang berkesinambungan.

2.2. Citra Sentinel-2A

Penelitian ini menggunakan data citra satelit Sentinel-2A yang merupakan satelit dengan sistem orbit polar. Citra Sentinel-2A memiliki keunggulan berupa 13 saluran multispektral, resolusi temporal 5 hari, dan terdiri atas tiga resolusi spasial yaitu resolusi spasial 10-meter, resolusi spasial 20-meter, dan resolusi spasial 60-meter. Adapun karakteristik spektrum panjang gelombang citra Sentinel-2A dapat dilihat pada Tabel 1.

2.3. Pemrosesan Data Citra

Pemrosesan data citra penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan untuk mendapatkan peta distribusi *mangrove* di Kota Langsa. Pemrosesan data menggunakan software SNAP dan menggunakan komposit citra Red, Green, Blue (432). Penggunaan komposit RGB dikarenakan memberikan visual yang lebih baik dan memudahkan dalam proses interpretasi citra dalam mengambil data sampel untuk klasifikasi. Pemrosesan data dimulai dari koreksi radiometrik yaitu koreksi radian, reflektan, dan koreksi atmosferik. Hasil koreksi selanjutnya dilakukan pemotongan data citra sesuai wilayah administrasi Kota Langsa dan selanjutnya hasil pemotongan citra dilakukan klasifikasi citra menggunakan klasifikasi citra multispektral algoritma *maximum likelihood*. Hasil klasifikasi selanjutnya dilakukan uji akurasi menggunakan data survei lapangan. Tahapan pemrosesan data citra dapat dilihat pada Gambar 2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Citra Sentinel-2A

Penelitian ini menggunakan data Citra Sentinel-2A untuk memberikan hasil gambaran distribusi ekosistem *mangrove* di Kota Langsa. Citra Sentinel-2A dilakukan pemrosesan data yang terdiri atas koreksi radiometrik radian, reflektan, dan koreksi atmosferik. Citra Sentinel-2A dilakukan *masking* sesuai dengan batas administrasi Kota Langsa (Gambar 3). Hasil *masking* citra selanjutnya dilakukan pengambilan sampel ROI (Gambar 3) dan klasifikasi multispektral algoritma *maximum likelihood*. Berdasarkan hasil klasifikasi *maximum likelihood* pada wilayah kajian, klasifikasi terbagi menjadi empat penutup lahan yaitu badan air, tambak, ekosistem



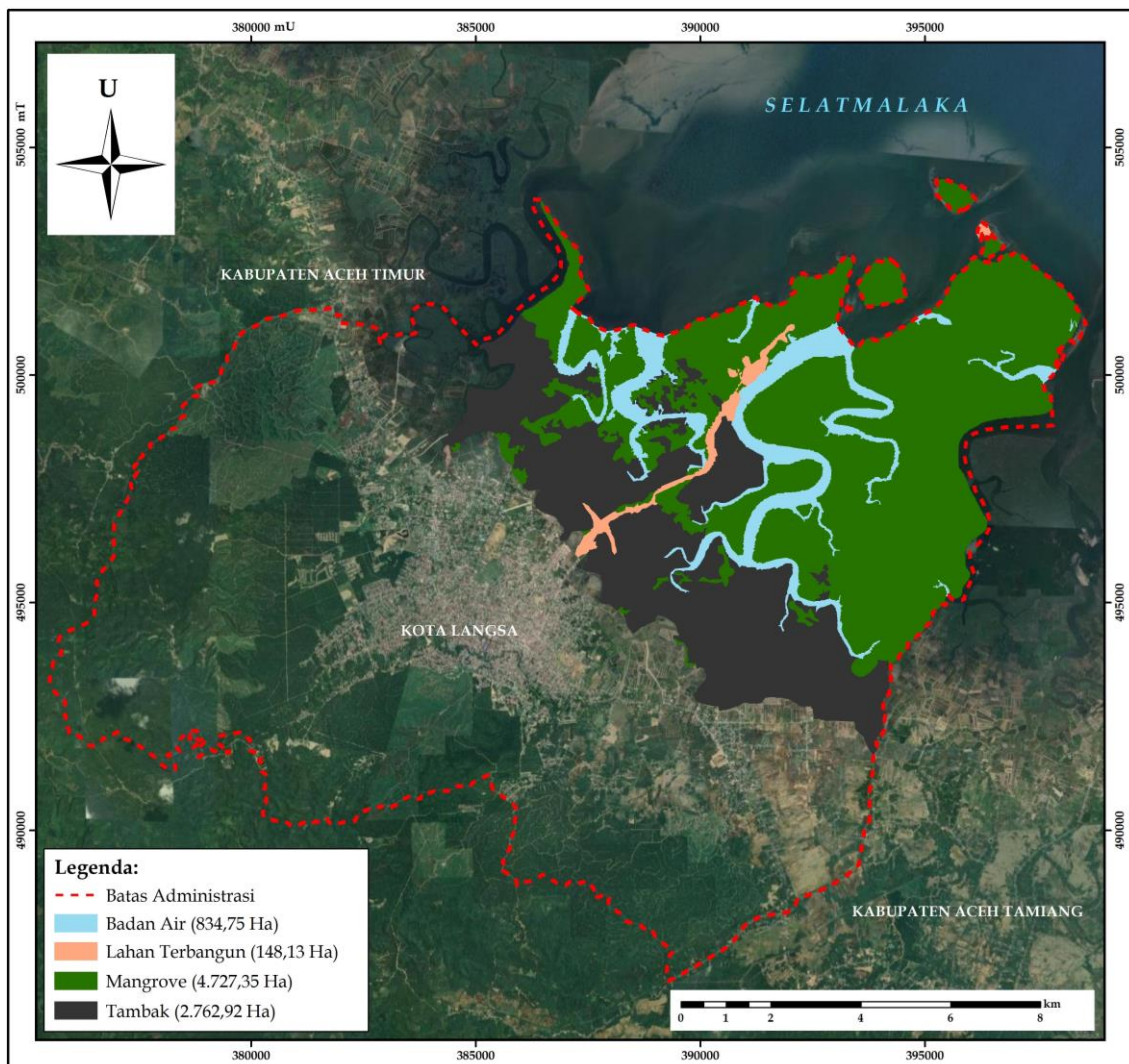
Gambar 3. Masking citra wilayah kajian dan sampel ROI *mangrove*

Tabel 2. *Confusion matrix* uji akurasi distribusi *mangrove*

Kelas klasifikasi	Data lapangan				Total
	Mangrove	Badan air	Lahan terbangun	Tambak	
Mangrove	23	1	1	-	25
Badan air	1	1	-	-	2
Lahan terbangun	-	-	1	-	1
Tambak	1	-	-	1	2
Total	25	2	2	1	30
<i>Overall accuracy (%)</i>			86.66		

mangrove, dan lahan terbangun. Klasifikasi penutup lahan pada wilayah kajian terlihat dengan jelas, sehingga klasifikasi hanya terbagi menjadi empat kelas. Sedikitnya jumlah kelas yang diambil dalam klasifikasi disesuaikan dengan kondisi penutup lahan pada wilayah kajian. Selanjutnya hasil klasifikasi (kelas penutup lahan) dilakukan uji akurasi menggunakan metode *confusion matrix* dan mendapatkan hasil akurasi sebesar 86.66% (Tabel 2).

Berdasarkan uji akurasi menggunakan *confusion matrix* didapatkan *Overall Accuracy* sebesar 86.66%. Menurut Green et al., (2000) nilai akurasi pemetaan yang berkisar antara 60%-80% dapat digunakan sebagai kegiatan inventarisasi untuk pemantauan sumber daya alam. Titik sampel untuk uji akurasi peta *mangrove* diambil sebanyak 30 titik sampel. Pengambilan jumlah sampel sebanyak 30 titik sesuai dengan Peraturan Kepala Badan Informasi Spasial Nomor 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial *Mangrove*.

**Gambar 4.** Peta distribusi *mangrove* Kota Langsa

3.2. Distribusi *Mangrove*

Distribusi *mangrove* merupakan sebaran luasan *mangrove* yang terdapat pada suatu wilayah dengan batas-batas geografis atau administrasi tertentu. Distribusi *mangrove* penelitian didapatkan dari hasil klasifikasi multispektral algoritma *maximum likelihood* pada citra Sentinel-2A. Berdasarkan hasil klasifikasi distribusi *mangrove* Kota Langsa tahun 2021 sebesar 4727.35 ha.

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui beberapa penggunaan lahan pada *mangrove* yaitu badan air sebesar 834.74 ha (9.85%), lahan terbangun sebesar 148.13 ha (1.75%), *mangrove* sebesar 4727.35 ha (55.8%), dan tambak sebesar 2762.92 ha (32.60%). Distribusi *mangrove* Kota Langsa tersebar di bagian utara dan timur. Secara administratif batas *mangrove* Kota Langsa berbatasan langsung dengan *mangrove* Kabupaten Aceh Timur dan *mangrove* Kabupaten Aceh Tamiang. Sebaran *mangrove* Kota Langsa berada dalam wilayah tiga kecamatan dan 11 gampong (kelurahan), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui distribusi *mangrove* pada wilayah administrasi Kota Langsa memiliki luasan yang beragam pada masing-masing kecamatan (Gambar 5). Pada Kecamatan Langsa Timur distribusi *mangrove* sebesar 3240.25 ha (68.55%) dan terbagi pada tiga gampong (kelurahan), Kecamatan Langsa Barat distribusi *mangrove* sebesar 1486.47 ha (31.45%) dan terbagi pada tujuh gampong (kelurahan), serta Kecamatan Langsa Lama distribusi *mangrove* sebesar 0.63 ha (0.013) dan terbagi pada satu gampong (kelurahan).

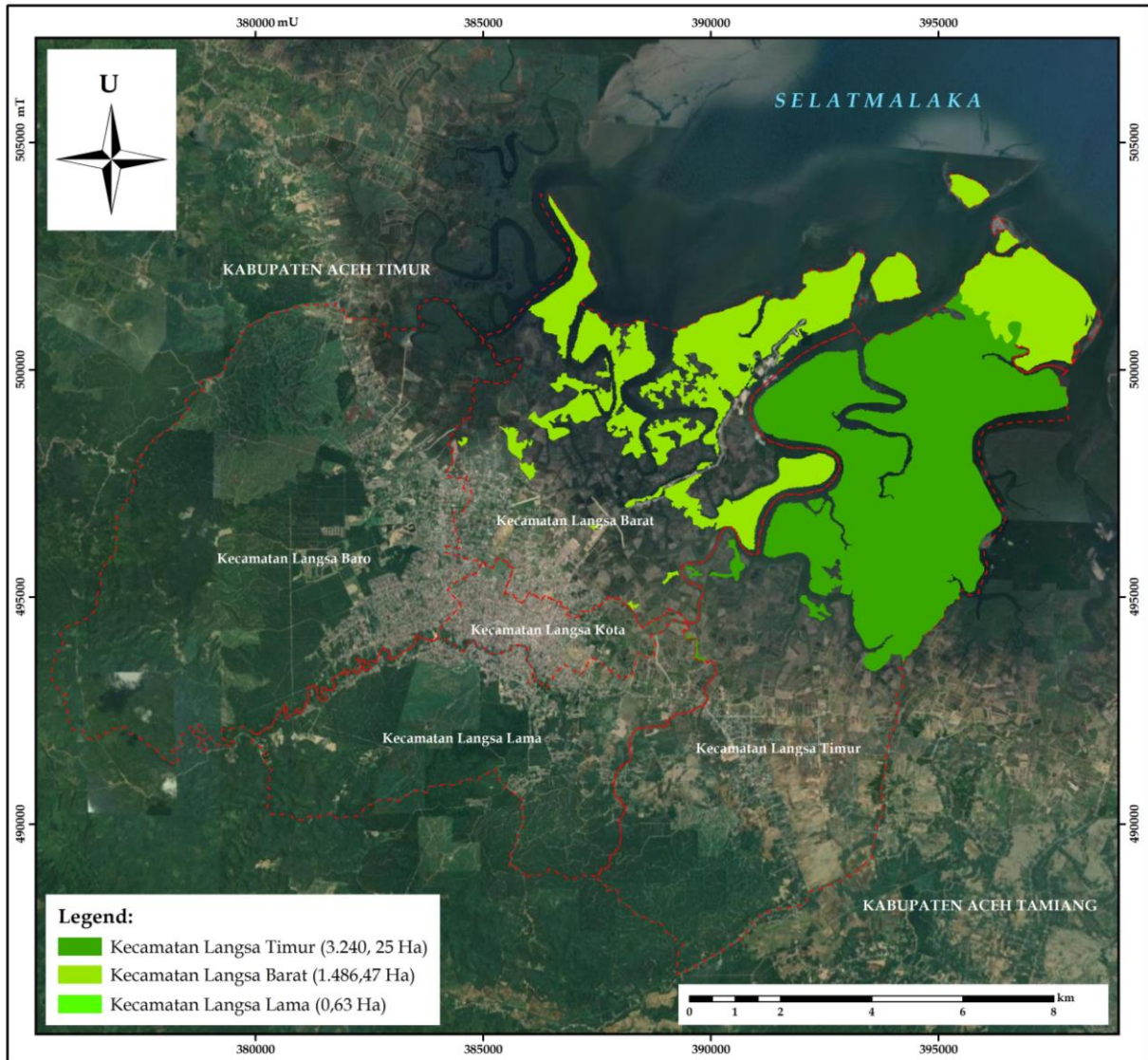
Distribusi *mangrove* pada wilayah administrasi gampong (kelurahan) terbagi pada sebelas gampong (kelurahan) dengan gampong (kelurahan) yang memiliki distribusi *mangrove* paling luas yaitu Gampong Sungai Lueng dengan distribusi sebesar 3180.75 ha (67.30%) dari total distribusi *mangrove* Kota Langsa, sedangkan distribusi *mangrove* paling kecil yaitu Gampong Baroh dengan distribusi sebesar 0.63 ha (0.013%) dari total distribusi *mangrove* Kota Langsa.

3.3. Keragaman Spesies *Mangrove*

Berdasarkan hasil survei lapangan terhadap distribusi *mangrove* di Kota Langsa didominasi oleh beberapa spesies yaitu *avicennia alba*, *bruguiera gymnorrhiza*, *ceriops decandra*, *rhizophora mucronata*, dan *xylocarpus molucensis*. Hal ini senada dengan hasil penelitian (Zurba & Effendi, 2017) terdapat beberapa jenis *mangrove* yang ditemukan *avicenia marina*, *avicenia alba*, *avicenia officinalis*, *sonneratia alba*, *rhizophora apiculata*, *rhizophora mucronata* dan *bruguiera gymnorrhiza*. Febri et al., (2017) mengemukakan vegetasi *mangrove* Kota Langsa didominasi oleh jenis *rhizophora apiculata* dan terdapat dua jenis *mangrove* ikutan yaitu *derris trifoliata* dan *thespesia populnea* dan lima jenis *mangrove* sejati yaitu *avicennia lanata*, *bruguiera gymnorrhiza*, *rhizophora apiculata*, *rhizophora mucronata* dan *xylocarpus granatum*. Distribusi *mangrove* Kota Langsa didominasi oleh spesies *rhizophora*. Banyaknya jenis *mangrove rhizophora* dikarenakan kondisi distribusi *mangrove* terletak tanah bersubstrat lumpur, air payau, dan pengaruh pasang surut air laut.

Tabel 3. Distribusi *mangrove* Kota Langsa menurut batas administrasi

No	Kecamatan	Gampong (kelurahan)	Luas mangrove (Ha)	Persentase (%)
1	Langsa Timur	Gampong Cinta Raja	58,53	1,238
2		Gampong Kappa	0,97	0,021
3		Gampong Sungai Lueng	3.180,75	67,284
4	Langsa Barat	Gampong Sungai Pauh Tanjung	5,78	0,122
5		Gampong Sungai Pauh Pusaka	3,17	0,067
6		Gampong Sungai Pauh	152,26	3,221
7		Gampong Simpang Lhee	234,5	4,960
8		Gampong Seuriget	144,94	3,066
9		Gampong Telaga Tujuh	134,78	2,851
10		Gampong Kuala Langsa	811,04	17,156
11	Langsa Lama	Gampong Baroh	0,63	0,013
Jumlah			4.727,35	100



Gambar 5. Peta distribusi *mangrove* berdasarkan kecamatan di Kota Langsa

4. KESIMPULAN

Pemetaan distribusi hutan *mangrove* Kota Langsa menggunakan citra Sentinel-2A memiliki nilai akurasi sebesar 88% berdasarkan uji akurasi menggunakan metode *confusion matrix*. *Mangrove* Kota Langsa merupakan salah satu *mangrove* yang memiliki potensi yang sangat baik. Kota Langsa memiliki distribusi *mangrove* sebesar 4727.35 ha, yang terdistribusi pada tiga kecamatan dan 11 gampong (kelurahan). Kecamatan yang memiliki distribusi *mangrove* yaitu Kecamatan Langsa Timur, Langsa Barat, dan Langsa Lama, sedangkan gampong (kelurahan) yang memiliki distribusi *mangrove* yaitu Gampong Cinta Raja, Kappa, Sungai Lueng, Sungai Raja, Sungai Pauh Tanjung, Sungai Pauh Pusaka, Sungai Pauh, Simpang Lhee, Seuriget, Telaga Tujuh, Kuala Langsa, dan Baroh. Distribusi *mangrove* di Kota Langsa terdiri atas beberapa spesies yaitu *avicennia alba*, *bruguiera gimnorrhiza*, *ceriops decandra*, *rhizophora mucronata*, dan *xylocarpus molucensis*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Medan atas hibah PNPB UNIMED 2021 dan kepada semua pihak terkait yang membantu dalam penelitian ini.

6. REFERENSI

- Akhrianti, I. (2019). *Spatial Distribution of Mangrove in Kelapan Island, South Bangka Regency*. 167(ICoMA 2018), 17–21. <https://doi.org/10.2991/icoma-18.2019.5>
- Barbier EB, Hacker SD, Kennedy C, Koch EW, Stier AC, & Silliman BR. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2)(2), 169–193.
- Brander, L. M., Wagtendonk, A. J., Hussain, S. S., McVittie, A., Verburg, P. H., de Groot, R. S., & van der Ploeg, S. (2012). Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem services*, 1(1), 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.003>
- Chen, B., Xiao, X., Li, X., Pan, L., Doughty, R., Ma, J., Dong, J., Qin, Y., Zhao, B., Wu, Z., Sun, R., Lan, G., Xie, G., Clinton, N., & Giri, C. (2017). A mangrove forest map of China in 2015: Analysis of time series Landsat 7/8 and Sentinel-1A imagery in Google Earth Engine cloud computing platform. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 131, 104–120. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.07.011>
- Chow, J. (2018). Mangrove management for climate change adaptation and sustainable development in coastal zones. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(2), 139–156. <https://doi.org/10.1080/10549811.2017.1339615>
- Danoedoro, P. (2012). Pengantar Penginderaan Jauh Digital. *Penerbit Andi, Yogyakarta*.
- Dat Pham, T., Xia, J., Thang Ha, N., Tien Bui, D., Nhu Le, N., & Tekeuchi, W. (2019). A review of remote sensing approaches for monitoring blue carbon ecosystems: Mangroves, sea grasses and salt marshes during 2010–2018. *Sensors (Switzerland)*, 19(8). <https://doi.org/10.3390/s19081933>
- Gascon, F., Bouzinac, C., Thépaut, O., Jung, M., Francesconi, B., Louis, J., Lonjou, V., Lafrance, B., Massera, S., Gaudel-Vacaresse, A., Languille, F., Alhammoud, B., Viallefont, F., Pflug, B., Bieniarz, J., Clerc, S., Pessiot, L., Trémas, T., Cadau, E., ... Fernandez, V. (2017). Copernicus Sentinel-2A calibration and products validation status. *Remote Sensing*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/rs9060584>
- Ghorbanian, A., Zaghian, S., Asiyabi, R. M., Amani, M., Mohammadzadeh, A., & Jamali, S. (2021). Mangrove ecosystem mapping using sentinel-1 and sentinel-2 satellite images and random forest algorithm in google earth engine. *Remote Sensing*, 13(13), 1–18. <https://doi.org/10.3390/rs13132565>
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., Masek, J., & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154–159. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>
- Heumann, B. W. (2011). An object-based classification of mangroves using a hybrid decision tree-support vector machine approach. *Remote Sensing*, 3(11), 2440–2460. <https://doi.org/10.3390/rs3112440>
- Hirata, Y., Tabuchi, R., Patanaponpaiboon, P., Pongparn, S., Yoneda, R., & Fujioka, Y. (2014). Estimation of aboveground biomass in mangrove forests using high-resolution satellite data. *Journal of Forest Research*, 19(1), 34–41. <https://doi.org/10.1007/s10310-013-0402-5>
- Iswahyudi, I., Kusmana, C., Hidayat, A., & Noorachmat, B. P. (2020). Lingkungan Biofisik Hutan Mangrove di Kota Langsa, Aceh. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 10(1), 98–110. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.98-110>
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., & Dech, S. (2011). Remote sensing of mangrove ecosystems: A review. In *Remote Sensing* (Vol. 3, Issue 5). <https://doi.org/10.3390/rs3050878>
- Onrizal. (2010). di Pantai Timur Sumatera Utara Periode 1977-2006. *Jurnal Biologi Indonesia*, 6(2), 163–172.
- Pham, T. D., Xia, J., Baier, G., Le, N. N., & Yokoya, N. (2019). Mangrove Species Mapping Using Sentinel-1 and Sentinel-2 Data in North Vietnam. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 6102–6105. <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2019.8898987>

- Peraturan Kepala Badan Informasi Spasial Nomor 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove.
- Rafsenja, U., Muh, L., Jaya, G., & Rahim, S. (2020). Analisis Perbandingan Citra Landsat 8 dan Citra Sentinel 2-A untuk Mengidentifikasi Sebaran Mangrove. *JAGAT (Jurnal Geografi Aplikasi Dan Teknologi)*, 4(1), 63–70.
- Rahmadi, M. T., Suciani, A., & Auliani, N. (2020). Analisis Perubahan Luasan Hutan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 OLI di Desa Lubuk Kertang Langkat. *Media Komunikasi Geografi*, 21(2), 110–119. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MKG/article/view/24197>
- Rosyidy, M. K., Ashilah, Q. P., & Ash, P. (2019). Pemanfaatan Citra Sentinel-2 Untuk Monitoring Sebaran dan Luasan Eceng Gondok Secara Spasio-Temporal Sebagai Upaya Menjaga Kondisi Air dan Sanitasi di Inlet Waduk Saguling , Jawa Barat Application of Sentinel-2 Imagery for Monitoring Area and Distribution. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-6, February*, 31–40.
- Suciani, A., Rahmadi, M. T., & Islami, Z. R. (2020). Analyzing mangrove forest area changes in coastal zone of Langsa City using landsat imagery. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 500(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/500/1/012084>
- Wang, D., Wan, B., Qiu, P., Su, Y., Guo, Q., Wang, R., Sun, F., & Wu, X. (2018). Evaluating the performance of Sentinel-2, Landsat 8 and Pléiades-1 in mapping mangrove extent and species. *Remote Sensing*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/rs10091468>
- Wicaksono, P. (2017). Mangrove above-ground carbon stock mapping of multi-resolution passive remote-sensing systems. *International Journal of Remote Sensing*, 38(6), 1551–1578. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1283072>
- Wicaksono, P., Danoedoro, P., Hartono, & Nehren, U. (2016). Mangrove biomass carbon stock mapping of the Karimunjawa Islands using multispectral remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 37(1), 26–52. <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1117679>
- Zurba, N., Effendi, H. (2017). Pengelolaan Potensi Ekosistem *Mangrove* Di Kuala Langsa, Aceh. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 281–300.