

PEMETAAN HUTAN MANGROVE DI ESTUARI SUNGAI ANDAI, MANOKWARI PAPUA BARAT BERDASARKAN METODE DENSITY SLICING BERBASIS CITRA ALOS AVNIR-2

Christian, S. Imburi¹, Projo Danoedoro², dan Sigit Heru Murti³

Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia^{1,2,3}
imburichr_dusner@yahoo.com

Diterima : Juni 2014; Direvisi: Agustus 2014.; Dipublikasikan: 31 Maret 2015

ABSTRAK Secara umum julat nilai spektral objek diperoleh melalui perpustakaan spektral (*spectral library*) atau melalui pengukuran langsung di lapangan dengan alat ukur *spectroradiometer*, *spectrometer*, dan *spectrophotometer*, atau alat-alat sejenis yang mahal serta jarang, sehingga sulit untuk memperoleh julat nilai spektral objek tertentu. Studi tentang Metode *Density Slicing* Berbasis Citra ALOS AVNIR-2 Untuk Pemetaan Hutan Mangrove di Estuari Sungai Andai, Manokwari Papua Barat dilakukan dengan tujuan menghasilkan prosedur analisis perolehan julat nilai spektral melalui analisis histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahapan metode analisis, yakni: 1) Analisis utama untuk menghasilkan julat nilai spektral, yakni analisis histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2, dan 2) Analisis tambahan untuk menjelaskan tingkat akurasi julat nilai spektral melalui: (a) survei lapangan yang menghasilkan data untuk proses uji akurasi reklasifikasi metode *density slicing*, serta (b) melakukan uji akurasi terhadap peta zonasi mangrove berbasis *density slicing*. Analisis tersebut dijabarkan melalui pendekatan penginderaan jauh multitingkat, dimana citra QuickBird digunakan sebagai referensi untuk *masking* citra ALOS AVNIR-2, dan juga untuk validasi peta hasil metode *density slicing*. Hasil dari penelitian ini adalah prosedur analisis perolehan julat nilai spektral dan julat nilai spektral zonasi genus mangrove. Akurasi pemetaan hutan mangrove untuk metode *density slicing* menghasilkan nilai 40%. Nilai tersebut masih belum memenuhi standar ketelitian yang diharapkan. Namun demikian, penelitian ini secara keseluruhan dapat menghasilkan julat nilai spektral, dan hal ini memberikan implikasi terhadap pengembangan prosedur untuk menghasilkan julat nilai spektral objek.

Kata kunci: analisis histogram; citra ALOS AVNIR-2; Citra Quickbird; density slicing; julat nilai spektral objek.

ABSTRACT Generally the range of spectral value objects can be obtained through spectral library or through direct measurement in the field with measuring instrument *spectroradiometer*, *spectrometer* and *spectrophotometer*, or similar tool are expensive and rarely, so difficult to obtain spectral range of the certain objects value. Study about *Slicing Density Method* is based AVNIR ALOS-2 imagery for mapping of mangrove forest in the river estuary Andai, Manokwari, West Papua with the purpose of generating the acquisition analysis procedures spectral value range through near infrared band histogram analysis of AVNIR ALOS-2. Aim of this study through two stages of analysis methods, namely: 1) The primary analysis to produce a spectral value range, namely histogram analysis near infrared band AVNIR ALOS-2 and 2) Additional analysis to explain the level of accuracy range spectral value through: (a) field survey that produced data to process of classification accuracy test with *density slicing* method, and (b) to examine the accuracy of zoning map based mangrove *density slicing*. This analysis describe through a multilevel remote sensing approach, which QuickBird imagery is used as a reference for *masking* AVNIR ALOS-2, and also to validate of map *density slicing* method. The results of this research is procedure of acquisition spectral value range and the spectral range of mangrove genus value zoning. Accuration of Mangrove forest mapping with *density slicing* method produces value of 40%. This value is still not comply expected accuracy standards. Nevertheless, overall this research can produce a range of spectral values, and it has implications for development procedure to product a spectral range of the certain objects value.

Keywords: histogram analysis; ALOS AVNIR-2 imagery; QuickBird imagery; density slicing; the value of the object spectral range.

PENDAHULUAN

Nilai spektral objek merupakan informasi respon spektral objek hasil interaksi panjang gelombang elektromagnetik dengan obyek di muka bumi. Nilai ini merepresentasikan pantulan (*reflectance*) maupun

penyerapan (*absorbance*) radiasi matahari oleh objek, dan terukur oleh sensor (Murti, 2001). Pada data (citra) penginderaan jauh seperti ALOS AVNIR-2 (*Advance Visible and Near Infrared Radiometer Type-2*), nilai spektral objek terekam dalam piksel atau elemen

gambar (*pixel/picture element*). Secara statistik, nilai tersebut ditampilkan dalam bentuk kurva spektral. Dengan demikian pada band (saluran) tunggal seperti band inframerah dekat (*near infrared/NIR*) ALOS AVNIR-2, nilai spektral objek direpresentasikan dalam bentuk kurva multimodal yang sesungguhnya terdiri atas beberapa julat nilai tertentu.

Nilai spektral objek berbeda-beda dan sangat beragam pada berbagai julat panjang gelombang (*band*). Perbedaan dan keragaman tersebut merupakan dasar untuk pengenalan objek pada data (citra) digital penginderaan jauh, seperti subsistem ALOS AVNIR-2 dengan resolusi spasial 10 m untuk pemantauan hutan mangrove.

Hutan mangrove merupakan tipe hutan yang tumbuh di tepi pantai daerah tropis, dipengaruhi pasang surut, dan terutama berlokasi di muara sungai yang ber substrat lumpur. Hutan mangrove ditumbuhi berbagai jenis mangrove yang dipengaruhi oleh kadar salinitas dan substrat lumpur. Pada hutan tipe ini, jenis mangrove menyebar sesuai pemenuhan kebutuhan akan kedua hal tersebut. Ini terlihat dengan adanya kelompok Jenis (zonasi) mangrove di lapangan yang pola penyebarannya teratur (*regular*), mengelompok (*clustered*), dan acak (*random*) (Yunus, 2010). Karakteristik hutan mangrove tersebut berpengaruh terhadap karakteristik spektral (*feature space*) data penginderaan jauh, dan terekam oleh piksel sub sistem ALOS AVNIR-2. Secara umum, karakteristik respon spektral hutan mangrove sangat berbeda dengan karakteristik hutan lainnya. Hal ini tampak pada spektrum tampak mata (*visible*) dan spektrum inframerah pada berbagai subsistem, maupun sensor satelit sumberdaya alam. Selain itu, hutan mangrove penting bagi manusia karena memiliki 4 fungsi atau manfaat utama, yakni: 1) manfaat ekologis, 2) manfaat ekonomis, 3) manfaat estetika, dan 4) sebagai stok karbon. Uraian ini menjadi dasar ilmiah pemilihan kasus hutan mangrove pada penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) melakukan prosedur analisis perolehan julat nilai spektral zonan mangrove melalui analisis histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2, dan 2) menjelaskan tingkat akurasi julat nilai spektral objek berbasis metode *density slicing* dalam memetakan zonasi mangrove pada level genus.

Pantulan spektral vegetasi pada spektrum tampak dan inframerah subsistem citra ALOS AVNIR-2 dipengaruhi oleh kandungan pigmen, jaringan mesofil (*palisade parenchyma* dan *spongy parenchyma*), ketebalan daun, dan faktor lingkungan, dan faktor bireksional. Faktor-faktor tersebut menyebabkan

perbedaan jumlah energi yang diserap, dan dipantulkan. Perbedaan tersebut akan terekam oleh sensor subsistem AVNIR-2 sebagai nilai-nilai yang berbeda pada band biru (band 1), band hijau (band 2), band merah (band 3) dan band inframerah dekat (band 4).

Daun mangrove yang sehat umumnya berwarna hijau, dan banyak mengandung klorofil. Klorofil banyak menyerap energi pada band merah, sehingga nilai pantulan tumbuhan mangrove akan rendah pada band merah (band 3). Sejalan dengan itu, radiasi elektromagnetik pada spektrum inframerah dekat (band 4) dapat menembus permukaan daun sehingga akan dipantulkan oleh bagian dalam daun yakni jaringan mesofil (*spongy parenchyma* dan *palisade parenchyma*). Jenis vegetasi yang berbeda, struktur internal daunnya akan memberikan nilai pantulan yang berbeda pula pada spektrum inframerah dekat yang akan terekam pada piksel saluran inframerah dekat (band 4). Beberapa spesies mangrove memiliki struktur internal daun yang saling berbeda sehingga dapat memungkinkan untuk memiliki nilai pantulan yang saling berbeda pada spektrum inframerah dekat. Hal ini dapat dimanfaatkan untuk membedakan kelompok mangrove yang tersusun dari beberapa jenis yang tumbuh di suatu tempat.

Zonasi atau kelompok jenis mangrove yang berbeda dapat memberikan nilai respon spektral yang berbeda pula pada berbagai panjang gelombang subsistem ALOS AVNIR-2. Jika kondisi tersebut diterapkan pada beberapa teknik *clustering*, maka untuk formasi atau kelompok jenis mangrove yang berbeda dapat memberikan nilai spektral atau pantulan yang berbeda pula.

Metode *density slicing* saat ini masih kurang efisien untuk diaplikasikan karena membutuhkan julat nilai spektral objek sebagai prasyarat analisis yang diperoleh melalui pengukuran nilai spektral objek di lapangan dengan alat ukur skala laboratorium maupun skala lapangan (*portable*). Sementara itu, julat nilai spektral tersebut sebenarnya telah terekam dalam piksel (*pixel*) yaitu unsur (sel) penyusun gambar yang memiliki aspek spektral dan aspek spasial pada data penginderaan jauh, seperti pada ALOS AVNIR-2, namun belum terkategori. Dan secara statistik julat nilai tersebut tergambar pada kurva bimodal. Dengan demikian, tiap objek homogen akan memberikan variasi nilai piksel yang berbentuk kurva normal, sehingga pada umumnya histogram citra saluran tunggal merupakan kurva multimodal (Swain dan Davis, 1978 dalam Danoedoro, 2012).

[Kuenzer, et al. \(2011\)](#) menyatakan bahwa citra

ALOS AVNIR-2 merupakan citra resolusi menengah (*medium resolution imagery*) yang sangat sesuai untuk skala nasional atau skala regional. Namun, lebih jauh [Kuenzer, et al. \(2011\)](#) menjelaskan pula bahwa keuntungan dari penggunaan citra resolusi menengah adalah pada *discrimination level* yang dapat memisahkan mangrove dan nonmangrove, memetakan zonasi mangrove dan pada kasus yang langka juga dapat memisahkan jenis mangrove.

METODE PENELITIAN

Fokus dari penelitian ini adalah Analisis Histogram band inframerah dekat (*near infrared*) citra ALOS AVNIR-2. Analisis dilakukan dengan modifikasi kurva bimodal menjadi kurva multimodal yang digunakan sebagai rujukan untuk melakukan pemilahan nilai kecerahan dalam bentuk julat nilai spektral sebagai input pada metode *density slicing*. Selain itu, dilakukan pembuktian sejauh mana akurasi aplikasi julat nilai spektral yang dihasilkan tersebut untuk zonasi mangrove melalui uji akurasi pada data penginderaan jauh multitingkat.

Tahapan analisis dibagi dalam dua bagian, yaitu: 1) analisis untuk menghasilkan julat nilai spektral melalui analisis histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2, dan 2) analisis untuk menjelaskan tingkat akurasi julat nilai spektral melalui: (a) pengecekan lapangan terhadap peta tentatif jenis mangrove berbasis *density slicing*, dan (b) melakukan uji akurasi terhadap peta jenis mangrove berbasis *density slicing*. Kedua analisis tersebut dilakukan melalui pendekatan penginderaan jauh multitingkat pada kasus hutan mangrove di Andai, Manokwari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur analisis perolehan julat nilai spektral zonasi mangrove (pada level genus) merupakan kombinasi tahapan kerja atau langkah-langkah kerja secara digital dan manual terhadap data (citra) penginderaan jauh dengan tujuan untuk memperoleh julat nilai spektral zonasi mangrove. Secara garis besar prosedur analisis perolehan julat nilai spektral dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan, yakni: prapemrosesan citra, *masking* obyek mangrove dan analisis histogram yang dilakukan melalui metode penginderaan jauh multitingkat level I (skala makro). Uraian prosedur perolehan julat nilai spektral secara rinci terlihat pada Gambar 1.

Proses analisis histogram saluran (band) inframerah dekat ALOS AVNIR-2 diawali dengan melakukan beberapa kegiatan pra pemrosesan (*pra-processing*) terutama terhadap citra ALOS AVNIR-2. Kegiatan

tersebut antara lain edit nilai band minimum, koreksi radiometrik (antara lain : 1) konversi nilai DN (*digital number*) ke nilai pantulan di sensor (*reflectance at sensor*), dan konversi DN ke nilai pantulan di objek (*reflectance at surface*) melalui koreksi atmosferik (*dark subtract*), serta koreksi geometri, dan komposit citra.

Editing nilai minimum band dilakukan terhadap citra ALOS AVNIR-2. Sesuai level datanya (1B2), maka citra ini belum terkoreksi secara radiometri maupun secara geometri. Ini berarti bahwa nilai band minimum ALOS AVNIR-2 bukan nol ($\neq 0$). Akan tetapi ternyata nilai band minimum keempat band ALOS AVNIR-2 adalah 0, sehingga perlu melakukan editing nilai minimum band. Editing dilakukan dengan teknik *masking* untuk mengembalikan nilai band minimum ke nilai standar sesuai level datanya. Perubahan nilai band minimum terjadi karena sistem kerja komputer yang membaca baris dan kolom, sementara sisi kiri dan kanan citra (*background*) tidak ada nilainya sehingga secara otomatis komputer memberikan nilai nol (0) untuk mengisi baris dan kolom di luar area citra (berwarna gelap) tersebut untuk proses pembacaan data. Hasil editing nilai minimum band citra ALOS AVNIR-2 Manokwari dan sekitarnya dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa setelah editing nilai minimum band, maka nilai minimum yang awalnya nol (0) berubah menjadi lebih besar dari nol. Dengan demikian pada citra ALOS AVNIR-2 Manokwari dan sekitarnya harus dilakukan koreksi radiometrik. Selain itu, tampak juga pada gambar bahwa tepi citra yang awalnya gelap berubah menjadi terang. Langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi radiometrik yang dimulai dengan konversi *digital number* (DN) ke nilai pantulan. Konversi DN ke nilai pantulan di sensor (*reflectance at sensor*) dan selanjutnya dikonversi ke nilai pantulan pada permukaan objek (*reflectance at surface*) dilakukan karena pembuktian tingkat akurasi penelitian ini sampai pada level zonasi (tingkat kumpulan jenis). Sebelum konversi DN ke pantulan di sensor, diawali dengan konversi DN ke nilai radian. Nilai radian kemudian dikonversi ke nilai pantulan di sensor. Setelah mendapatkan nilai tersebut, selanjutnya dikonversi ke nilai pantulan di permukaan atau pantulan objek melalui teknik *Dark subtract*. Proses konversi DN ke radian dan kemudian ke pantulan di sensor dilakukan dengan menggunakan masukan data dari *header* citra (ALOS AVNIR-2). Secara teknis, koreksi radiometrik dilakukan karena teknis analisis dalam penelitian ini dilakukan secara digital yang domain utamanya adalah domain spektral. Hasil konversi DN ke radian, radian ke pantulan di sensor,

pantulan di sensor ke pantulan di permukaan (objek) dapat dilihat pada Gambar 3.

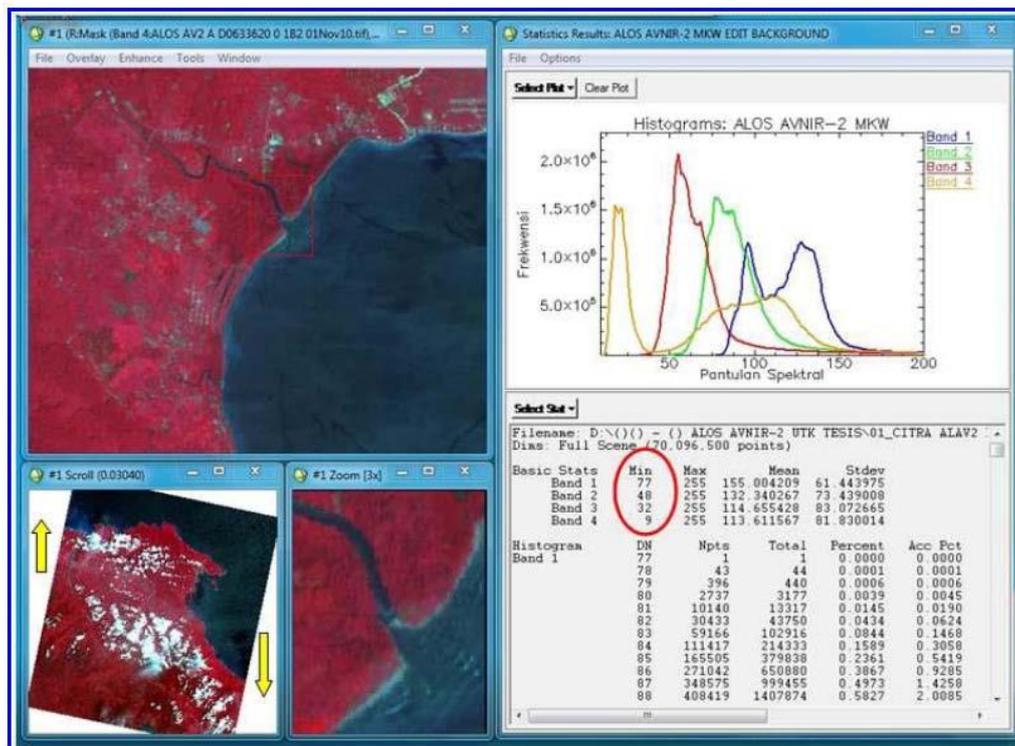
Masking citra merupakan kegiatan mengambil bagian dari suatu citra (data) penginderaan jauh yang hendak dikaji. Kegiatan *masking* citra bertujuan mengurangi pengaruh nilai pantulan objek lain di sekitar objek yang dikaji. Selain itu, secara teknik kegiatan ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses kerja secara digital. *Masking* mangrove dan nonmangrove pada penelitian ini adalah kegiatan mengambil bagian citra ALOS AVNIR-2 (yang ada areal mangrove) yang merupakan objek kajian (Gambar 4). Peta zonasi mangrove dominan diturunkan dari *photo key* jenis mangrove citra QuickBird daerah Andai dan sekitarnya. Kegiatan *masking* mangrove pada citra ALOS AVNIR-2, dan secara terpisah kegiatan pembuatan *photo key*, serta pembuatan peta zonasi mangrove dominan pada citra QuickBird dikerjakan pada pendekatan penginderaan jauh multitingkat level I (skala makro).

Gambar 4 memperlihatkan kenampakan citra ALOS

AVNIR-2 dengan komposit *true color* 321 dan komposit *false color* 432. Pada kedua kombinasi panjang gelombang tersebut terlihat bahwa secara kasat mata, masih sulit untuk memisahkan atau membedakan zonasi mangrove. Kondisi ini disebabkan oleh karakteristik mangrove di daerah penelitian, dimana kawasan mangrove Andai terendam saat pasang dan kering saat surut. Tampak pada gambar tersebut bahwa bagian A pada citra komposit *true color* 321 direpresentasikan oleh warna kuning keabuan, sedangkan pada citra *false color* 432 direpresentasikan oleh warna sian hijau keabuan. Berbeda dengan gambar A, gambar B pada citra komposit *true color* 321 diwakili oleh warna biru ungu kehijauan, sedangkan pada citra *false color* 432 diwakili oleh warna merah keunguan. Tampak juga bahwa jenis mangrove tumbuh dengan jenis vegetasi lain, seperti jenis vegetasi tepi pantai dan jenis vegetasi dataran rendah. Ini sudah pasti berpengaruh terhadap keseragaman yang paralel dengan homogenitas areal penelitian.



Gambar 1. Prosedur Analisis Perolehan Julat Nilai Spektral Zonasi Mangrove



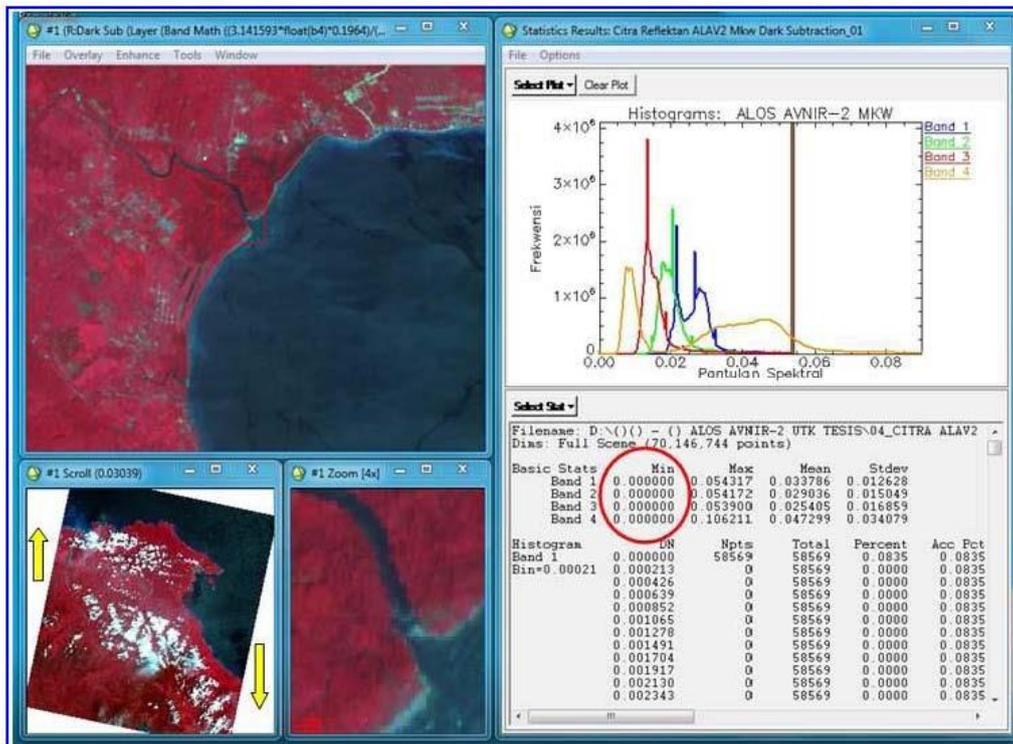
Gambar 2. Kenampakan Citra ALOS AVNIR-2 Manokwari dan Sekitarnya Setelah Editing Nilai Minimum

Histogram citra ALOS AVNIR-2 setelah pra pemrosesan (Gambar 6.) menunjukkan bahwa pantulan spektral (*spectral reflectance*) mangrove pada band inframerah dekat (*near infrared* (NIR)) lebih tinggi dari spektrum tampak (*visible*), ini sejalan dengan (David and Swain, 1978, Howard, 1996, Campbell, 2002, Lillesand, et al., 2007, dan Chakravorty, 2013). Nilai pantulan spektral tinggi pada panjang gelombang inframerah dekat (0.76 – 0.89 mikro meter) karena pada panjang gelombang ini, daun menyerap sedikit energi radiasi dan energi radiasi tersebut masuk menembus jaringan epidermis dan jaringan *mesophyll* (jaringan pigmen) kemudian dipantulkan oleh jaringan *spongy parenchyma* (Gambar 4.8). Namun di sisi lain, keadaan ini bertentangan dengan hasil kajian Peneuelas, et al. (1997) yang menyatakan bahwa respon spektral berbeda antar perlakuan salinitas pada spektrum tampak dan band inframerah dekat, dimana pada kondisi kadar salinitas tinggi, pantulan band inframerah dekat rendah, dan pantulan pada spektrum tampak tinggi. Akan tetapi pada penelitian ini tidak dilakukan kajian tentang kadar salinitas.

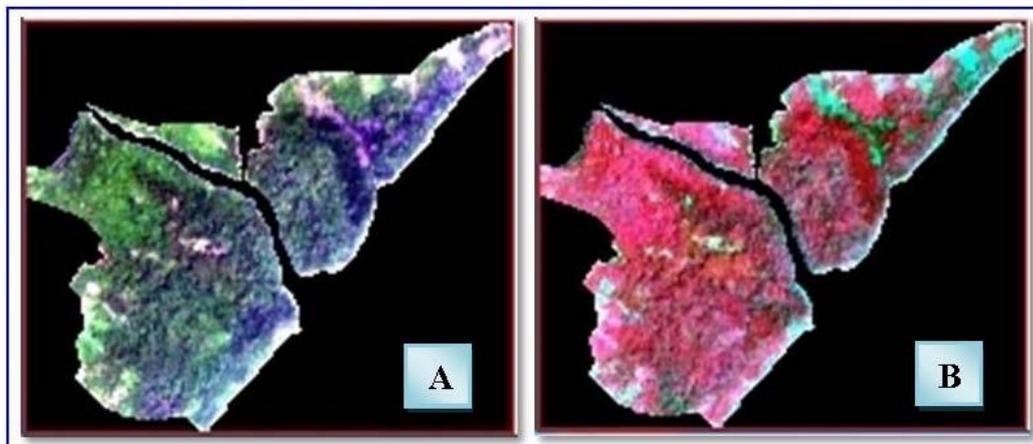
Analisis histogram dilakukan terhadap band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Prinsip dari analisis ini adalah merubah histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2 yang berbentuk kurva bimodal (Gambar 8) menjadi kurva multimodal (Gambar 10) sehingga dapat dipilah/diiris seperti pada Gambar 11.

Gambar 8. menunjukkan kurva bimodal pada histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Pada Gambar tersebut dapat dilihat bahwa secara statistik, nilai spektral mangrove yang terekam belum dapat dibedakan atau dikelaskan secara jelas. Hal ini memerlukan suatu cara, metode, atau teknik untuk merubah kurva bimodal tersebut menjadi kurva multimodal sehingga pemilahan nilai pantulan yang merepresentasi kelas jenis mangrove di lapangan dapat dilakukan.

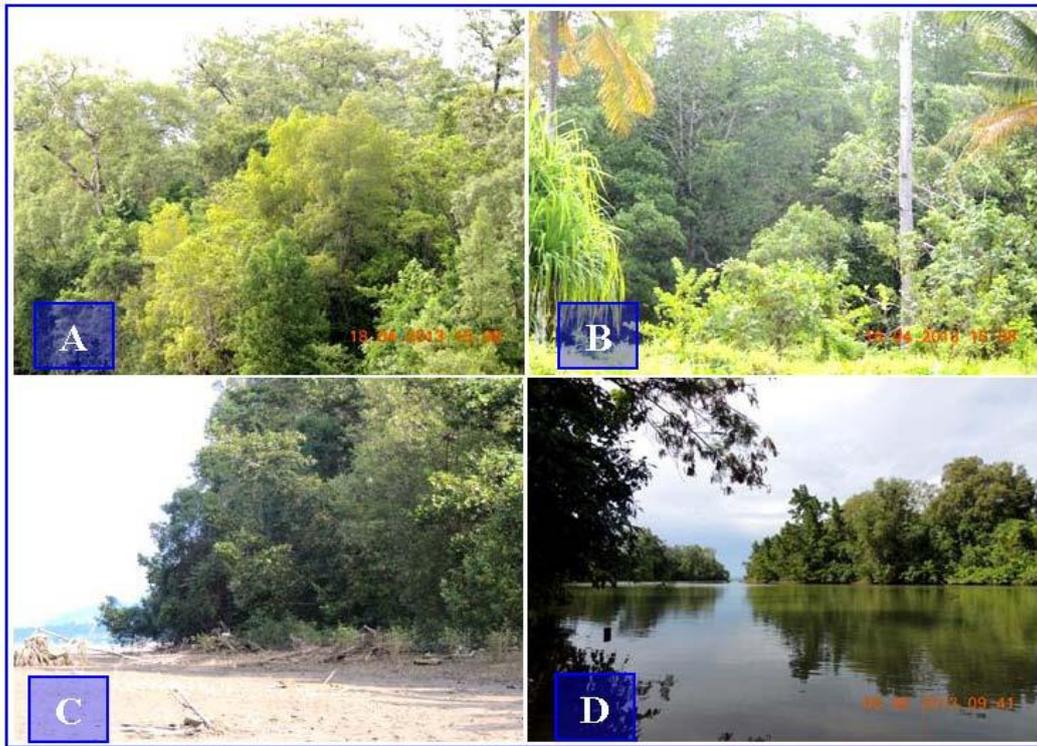
Gambar 9. menunjukkan fasilitas *NSum* yang terdapat pada blok *Data Parameters*, serta blok *Plot Parameter* dari vitur histogram. Fasilitas *NSum* merupakan suatu nilai bilangan bulat yang merepresentasikan jumlah piksel kelas zonasi mangrove terhadap rerata ketika penggambaran kurva spektral pada spektrum atau band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Jika *NSum* lebih besar dari 1, maka setiap kelompok titik *NSum* dirata-ratakan untuk menghasilkan satu kelompok titik yang digambarkan. Dengan demikian, ketika *NSum* dirubah >1, maka kenampakan pada kurva bimodal akan berubah menjadi kurva multimodal (Gambar 10). Pada penelitian ini, besarnya *NSum* yang digunakan adalah 3. Ini karena pada besaran nilai *NSum* = 3, bentuk kurva multimodal band inframerah dekat ALOS AVNIR-2 lebih mirip dengan model kurva bimodalnya.



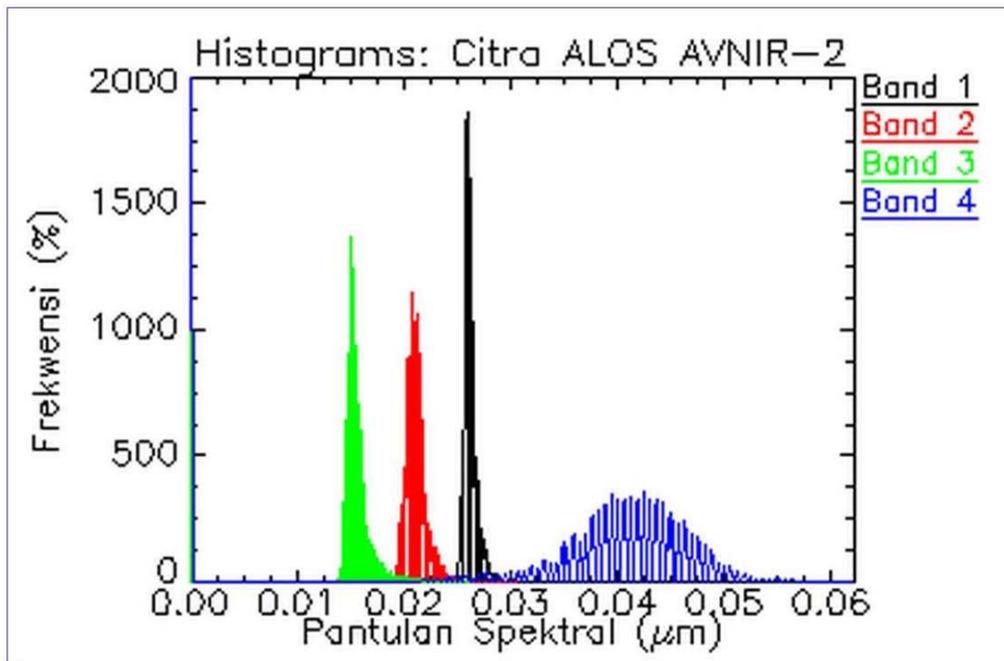
Gambar 3. Kenampakan dan Nilai Statistik Citra ALOS AVNIR-2 Manokwari dan Sekitarnya Setelah Koreksi Radiometrik



Gambar 4. Citra Masking ALOS AVNIR-2 (A) True Color 321, dan (B) False Color 432



Gambar 5. Tegakan Mangrove di Areal Penelitian Muara Sungai Andai Manokwari



Gambar 6. Kurva Pantulan Spektral Areal Mangrove Andai padaSubsistem ALOS AVNIR-2

Tampak pada Gambar 9. bahwa adanya fasilitas *NSum* yang jika nilainya dirubah lebih besar dari 1, maka akan terjadi perubahan puncak dan lembah pada kurva bimoda. Hal yang perlu diingat bahwa besarnya nilai *NSum* yang digunakan adalah besaran yang dapat merubah bentuk puncak dan lembah pada kurva bimodal tapi masih mendekati bentuk awal dari kurva bimodal. Hal lain yang tampak pada gambar di atas adalah fasilitas edit untuk histogram, baik label nama,

axis x dan y, jarak tepi, dan warna (*background, font, dan feature*).

Hasil analisis histogram melalui fasilitas *NSum* terlihat pada Gambar 10. Gambar tersebut merepresentasi kelas-kelas objek pada kawasan mangrove lokasi penelitian. Akan tetapi kelas-kelas objek tersebut belum terkategori sehingga perlu perlakuan tertentu sehingga dapat terkategori atas terkelaskan. Pada penelitian ini, pengirisan dilakukan

secara manual.

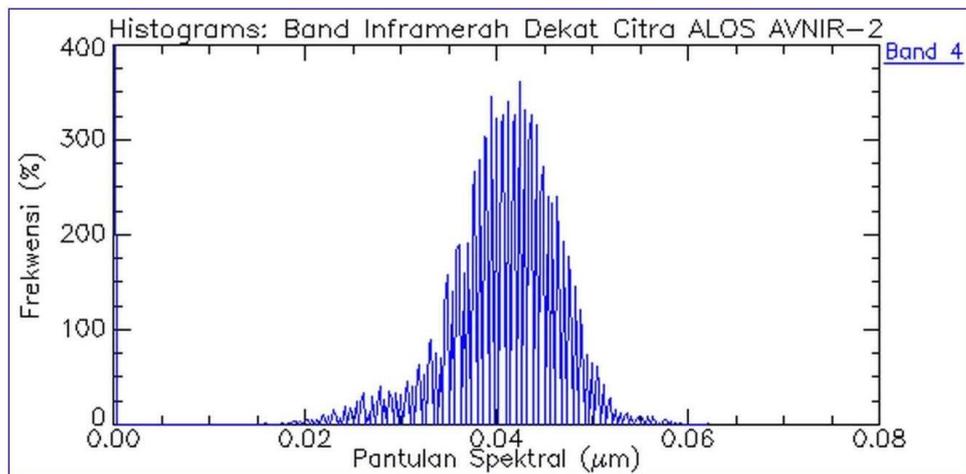
Gambar 10. menunjukkan kurva multimodal pada histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Terlihat bahwa secara statistik, setiap objek homogen akan memberikan variasi nilai piksel yang berbentuk kurva normal, sehingga pada umumnya histogram citra saluran tunggal merupakan kurva multimodal (Swain dan Davis 1978). Dengan demikian, jika kurva multimodal tersebut diiris-iris, maka tampak bahwa kurva tersebut tersusun atas kelas-kelas objek mangrove di areal penelitian. Pada penelitian ini, pemilahan atau proses pengirisan dilakukan secara manual dengan membagi julat dari 1 lembah ke lembah lainnya sebagai 1 kelas zonasi genus mangrove. Hasil pemilahan secara rinci terlihat pada Gambar 11.

Gambar 11. memperlihatkan pemilahan (*slicing*) kurva multimodal band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Tampak bahwa kurva tersebut merepresentasi berbagai kelas objek pada kawasan mangrove di muara sungai Andai. Dengan mengacu pada gambar tersebut, maka pemilahan kelas objek dapat dilakukan untuk menghasilkan kandidat julat nilai spektral. Analisis julat nilai spektral dilakukan melalui pendekatan penginderaan jauh multitingkat Level I (skala makro). Pada level ini, secara parallel sebelum analisis julat nilai spektral (analisis histogram)

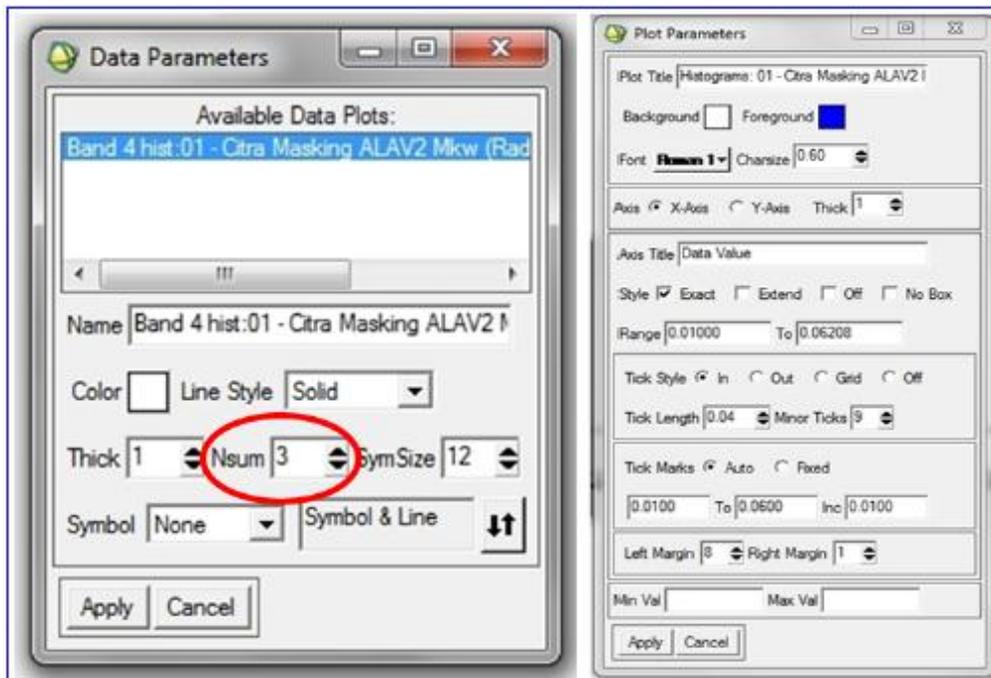
dilakukan, dibuatkan juga *photo key* genus mangrove dari citra QuickBird (Gambar 11) dan peta genus mangrove dominan (Gambar 12). Dari kedua jenis peta inilah dihasilkan batas kawasan mangrove yang digunakan untuk *masking* mangrove dan nonmangrove.

Pada level inilah perlu dilakukan uji keterpisahan antar sampel (*sampel separability*) hasil pemilahan nilai kecerahan band inframerah dekat ALOS AVNIR-2. Uji keterpisahan sampel pada awal sebelum klasifikasi bertujuan untuk menentukan kelas-kelas mana saja yang sebaiknya masuk (digunakan). Selain itu, dapat juga untuk membangun skema klasifikasi. Namun pada penelitian ini tidak dilakukan uji keterpisahan sampel sebelum proses klasifikasi.

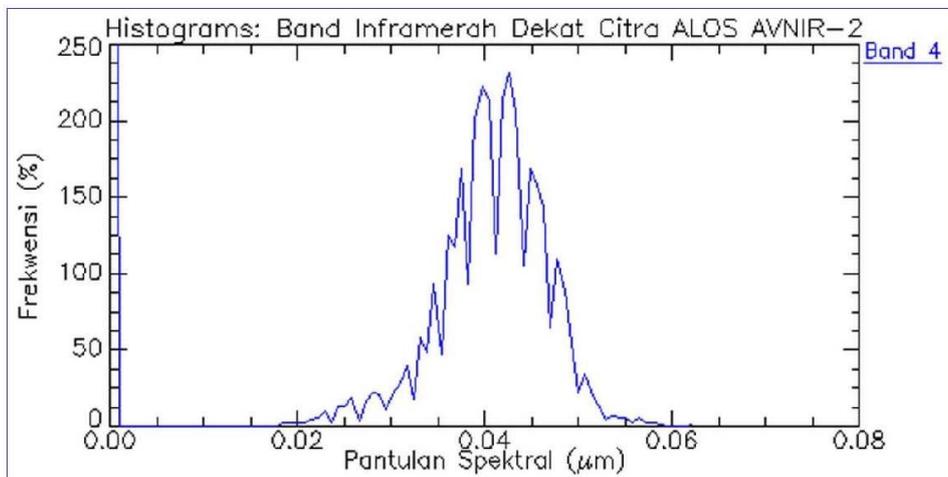
Tahapan selanjutnya adalah aplikasi julat nilai spektral yang dihasilkan dari prosedur yang dirancang. Tujuan dari aplikasi pada metode *desity slicing* adalah untuk menilai akurasi julat nilai spektral, mengetahui apakah prosedur yang dirancang aplikatif atau tidak, dan mengetahui implikasi dari prosedur tersebut. Hasil penerapan julat nilai spektral Zonasi mangrove adalah peta tentatif zonasi mangrove (Gambar 14). Penerapan hasil julat nilai spektral pada metode *density slicing* (Tabel 1) dilakukan pada pendekatan penginderaan jauh multitingkat level II (skala meso).



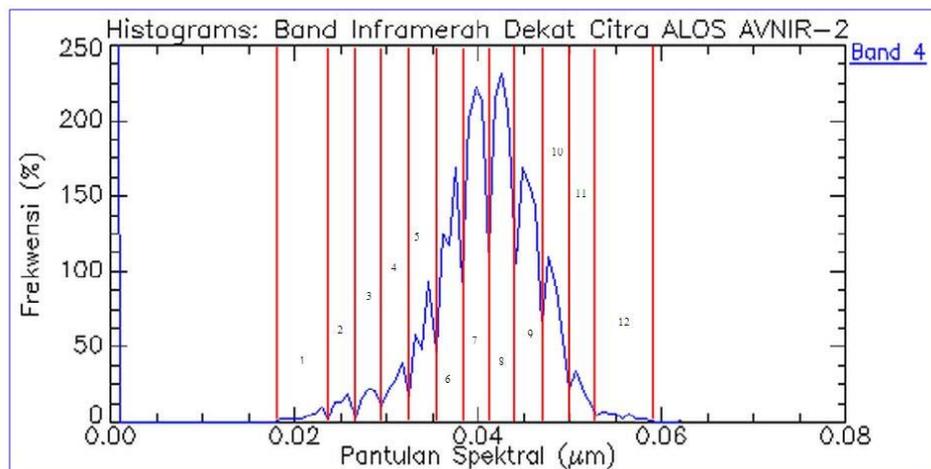
Gambar 8. Kurva Bimodal Spektral Mangrove pada Band Inframerah Dekat ALOS AVNIR-2



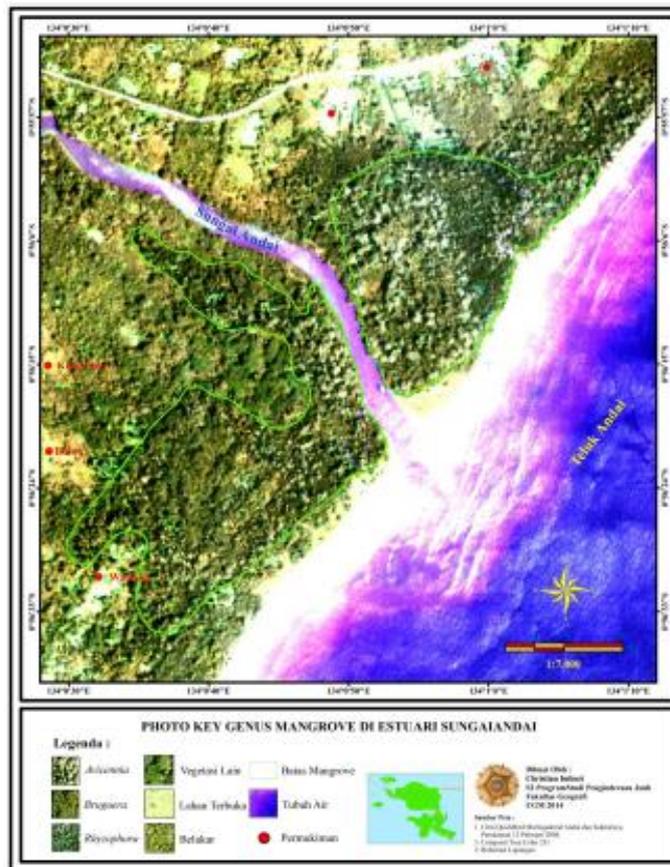
Gambar 9. Modifikasi Kurva Bimodal Respon Spektral Zonasi Mangrove pada Band Inframerah Dekat ALOS AVNIR-2



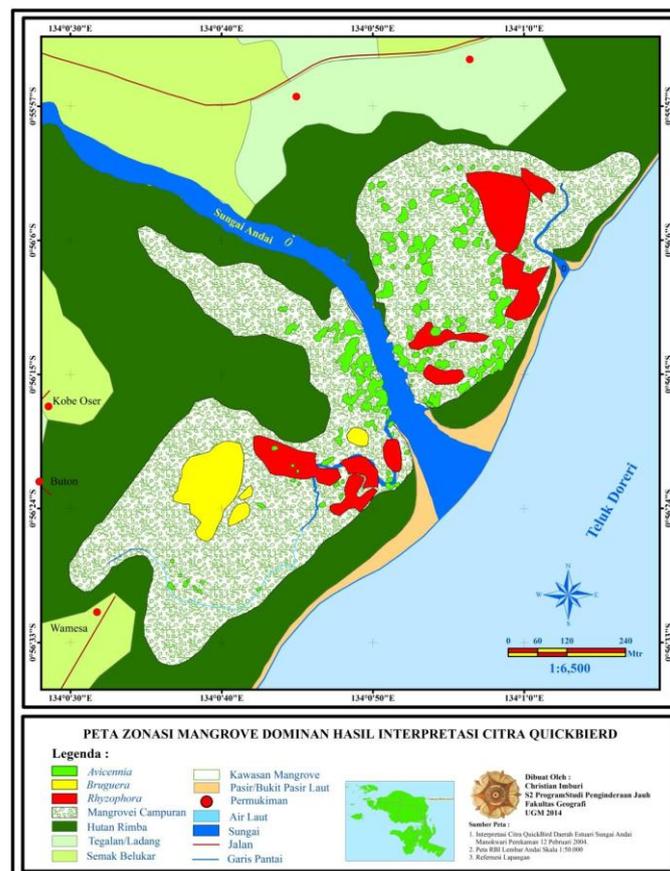
Gambar 10. Kurva Multimodal Respon Spektral Zonasi Mangrove pada Band Inframerah Dekat ALOS AVNIR-2 Hasil Modifikasi



Gambar 11. Pemilahan (Slicing) Kurva Multiimodal Respon Spektral Zonasi Mangrove pada Band Inframerah Dekat ALOS AVNIR-2.



Gambar 12. Photo Key Genus Mangrove Dominan yang Dihasilkan dari Citra QuickBird.



Gambar 13. Peta Zonasi Mangrove Dominan Hasil Interpretasi dari Citra QuickBird.

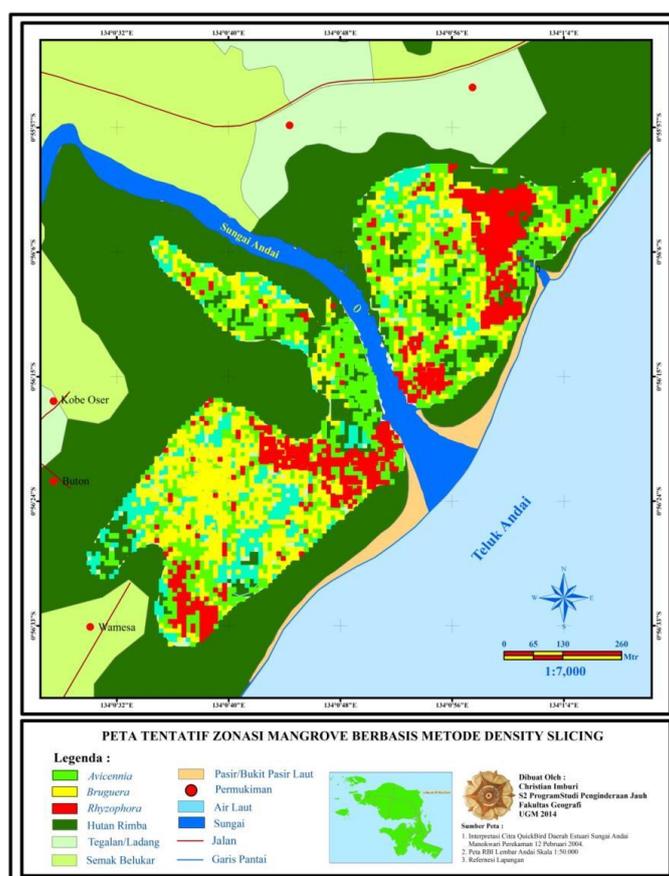
Hasil penerapan julat nilai spektral Zonasi mangrove adalah peta tentatif zonasi mangrove (Gambar 14). Penerapan hasil julat nilai spektral pada metode *density slicing* dilakukan pada pendekatan penginderaan jauh multitingkat level II (skala meso).

Hasil pengujian ketelitian terhadap Peta Zonasi Mangrove Dominan di Estuari Sungai Andai Berbasis Metode Density Slicing menunjukkan akurasi

keseluruhan 40,00%, yang terdiri dari akurasi pembuat untuk zonasi *Avicennia* 14,29%, zonasi *Bruguiera* 90,91%, dan zonasi *Rhizophora* 0,00%. Bersamaan dengan itu, akurasi pengguna untuk zonasi *Bruguiera* 52,63%, zonasi *Rhizophora* 40,00% dan zonasi *Avicennia* 0,00%.

Tabel 1. Kategori dan Julat Nilai Spektral Hutan Mangrove pada Band Inframerah Dekat ALOS AVNIR-2

Kategori/Kelas Zonasi Mangrove	Julat Nilai Spektral	Kategori/Kelas Zonasi Mangrove	Julat Nilai Spektral
01.	0.0130 - 0.0170	08.	0.0355 - 0.0381
02.	0.0171 - 0.0209	09.	0.0382 - 0.0412
03.	0.0210 - 0.0238	10.	0.0413 - 0.0441
04.	0.0239 - 0.0266	11.	0.0442 - 0.0471
05.	0.0267 - 0.0296	12.	0.0472 - 0.0499
06.	0.0297 - 0.0324	13.	0.0500 - 0.0586
07.	0.0325 - 0.0354		



Gambar 14. Peta Zonasi Mangrove Dominan di Estuari Sungai Andai Berbasis Metode Density Slicing.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Prosedur analisis perolehan julat nilai spektral zonasi genus mangrove dapat dilakukan melalui analisis histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2.
2. Analisis histogram band inframerah dekat ALOS AVNIR-2 dapat meningkatkan akurasi pemetaan objek mangrove sampai pada level genus atau zonasi melalui penerapan metode DS pada prosedur penginderaan jauh multitingkat dengan akurasi keseluruhan 40,00%, yang terdiri dari akurasi pembuat untuk zonasi *Avicennia* 14,29%, zonasi *Bruguera* 90,91%, dan zonasi *Rhizophora* 0,00%. Bersamaan dengan itu, akurasi pengguna untuk zonasi *Bruguiera* 52,63%, zonasi *Rhizophora* 40,00% dan zonasi *Avicennia* 0,00%.

DAFTAR PUSTAKA

Campbell, J. B. (2002). *Introduction to Remote Sensing*. 3rd Edition. New York. Guilford.

Chakravortty, S. (2013). Application of Hyperspectral Data for Development of spectral Library of Mangrove Species in the Sunderban Delta. *International Jurnal of Geomatic and Geoscience*.

(4), 305 – 312.

- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta. Andi.
- Howard, J. A. (1996). *Penginderaan Jauh Untuk Sumberdaya Hutan : Teori dan Aplikasi. Terjemahan*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Kuenzer, C., Bluemel, A., Gebhardt, S., Quoc, T. V., and Dech, S. (2011). *Remote Sensing of Mangrove Ecosystem: A Review*.
- Lillesand, T.M., R. W. Kiefer, J. W. Chipman. (2006). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Fifth Edition. New York. John Wiley & Sons.
- Murti, S. H. (2001). Pengaruh Lereng dan Koreksinya Terhadap Nilai Spektral Tanaman Karet dan Tanaman Campuran pada Citra Landsat Thematic Mapper. *Tesis*. Kasus di Kota Semarang Bagian Barat.
- Peneuelas, J., Isla, R., Filella, I., and Araus, S. (1997). Visible and Near Infrared Reflectance Assessment of Salinity Effect on Barley. *Crop Science*. (37), 198 – 202.
- Swain, P. H., and Davis, S. M. (eds.). (1978). *Remote Sensing: The Quantitative Approach*. New York. McGraw-Hill.