

**PENDUGAAN POTENSI GETAH *Pinus merkusii*
BERBASIS CITRA SATELIT MENGGUNAKAN
LANDSAT 8 DI KPH BANYUMAS TIMUR**

Oleh :

Dra. Sri Rahaju, M.Si.

Qori Pebrial Ilham, S.Hut., M.Si.

Komariyatun Munawaroh, S.Hut.



FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN

IPB UNIVERSITY

2022

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
I PENDAHULUAN	1
A.Latar Belakang	1
B.Tujuan	2
II METODE	4
III HASIL DAN PEMBAHASAN	7
A.Sebaran Tegakan Pinus	7
B.Klasifikasi Kerapatan Tegakan Pinus	10
C.Pendugaan Potensi Getah Pinus	15
IV SIMPULAN DAN SARAN	16
A.Simpulan	16
B.Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17

DAFTAR TABEL

1	Nilai separabilitas tutupan lahan	8
2	Matriks kontingensi hasil klasifikasi 5 kelas tutupan lahan	9
3	Luas klasifikasi tutupan lahan pada citra	9
4	Luas sebaran hutan pinus di masing-masing RPH	10
5	Kelas kerapatan tegakan pinus berdasarkan pengukuran	11
6	Kerapatan tegakan pinus hasil pengukuran lapangan di setiap plot	11
7	Kelas kerapatan tegakan pinus berdasarkan NDVI di plot contoh	11
8	Nilai NDVI dan kerapatan setiap plot pengamatan	12
9	Luas hutan pinus hasil <i>reclass</i> di setiap RPH	13
10	Produksi getah pinus di setiap RPH	15

DAFTAR GAMBAR

1	Peta lokasi penelitian di BKPH Kebasen, BKPH Banyumas Timur	4
2	Kelas tutupan lahan pada citra dan di lapangan	8
3	Peta tutupan lahan BKPH Kebasen hasil klasifikasi terbimbing	10
4	Peta NDVI seluruh tegakan pinus di BKPH Kebasen	12
5	Peta kelas kerapatan tegakan pinus di BKPH Kebasen Tegakan pinus rapat (a), tegakan pinus sedang (b), tegakan pinus jarang (c)	13 14

I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pinus merkusii Jungh et de Vriese merupakan spesies pinus asli yang tumbuh alami di Indonesia pada tiga populasi terpisah, yaitu Aceh, Tapanuli, dan Kerinci. Spesies ini juga hidup secara alami di timur laut India, Thailand, Laos, Kamboja, Vietnam, serta Pulau Luzon dan Mindoro di Filipina (Cooling, 1968). Penyebaran pinus ini di wilayah lain Indonesia dimulai pada awal 1920an dengan melakukan penanaman di perkebunan-perkebunan pulau Sumatra dan Jawa, kemudian pada tahun 1930an ditanam secara luas tidak hanya di dua pulau tersebut tetapi juga di Bali dan Sulawesi (Mendoza & Siahaya, 1987). Berdasarkan hasil analisis spasial, Imanuddin et.al (2020) menyebutkan bahwa sebaran hutan pinus di Indonesia $\pm 1.420.950$ ha, yang terdiri dari hutan alam pinus di Aceh, Tapanuli, dan Kerinci ± 359.142 ha, dan hutan tanaman pinus yang tersebar di seluruh Indonesia seluas $\pm 1.061.808$ ha.

Pinus merupakan salah satu pohon yang penting bagi manusia, baik secara ekonomi, sosial, maupun ekologi. Secara ekonomi, pinus menghasilkan produk kayu dan hasil hutan bukan kayu seperti getah pinus (resin). Kayu pinus dapat digunakan sebagai kayu pertukangan, bahan baku furnitur, *imitation board*, *moulding*, serta *pulp and paper* (Cooling, 1968; Imanuddin et.al 2020; Rahayu et al. 2012; Thielges et al. 2001). Olahan getah pinus berupa gondorukem dan terpentin banyak digunakan sebagai bahan baku di berbagai industri, termasuk industri kertas, keramik, batik, farmasi, makanan, kosmetik, semir sepatu, kapur barus sintesis, dan ban kendaraan (Corryanti & Rahmawati, 2015; Hartiningtyas et al. 2020). *P. merkusii* juga berpotensi sebagai sumber senyawa yang dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi obat anti mikobakteri (Sudjarwo et.al 2019). Secara sosial, hutan pinus juga memberikan manfaat kepada masyarakat di sekitar hutan. Melalui program perhutanan sosial, masyarakat memperoleh akses untuk memanfaatkan hutan negara dengan mekanisme bagi hasil. Berdasarkan laporan kinerja KLHK tahun 2019, beberapa hutan pinus menjadi areal perhutanan sosial, seperti di provinsi Sulawesi Selatan, Lampung, Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Utara, Kalimantan Tengah, Kalimantan Utara, dan Jambi. Secara ekologi, tegakan pinus berfungsi sebagai pengendali tata air dan tanah longsor. Hal ini disebabkan karena tingkat evapotranspirasi yang tinggi, sistem perakaran yang dalam, dan intersepsi yang tinggi (Indrajaya dan Handayani, 2008; Pudjiharta, 2005).

Peran hasil hutan bukan kayu berupa getah pinus dan produk turunannya menjadi semakin penting bagi sektor kehutanan. Permintaan pasar lokal dan internasional terhadap komoditas ini cukup tinggi (Imanuddin et.al 2020). Merujuk kepada laporan analisis ekspor getah pinus dan produk olahannya oleh Kementerian Perdagangan, Indonesia merupakan salah satu eksportir utama dunia untuk getah pinus dan produk turunannya. Pada tahun 2020, nilai ekspor getah pinus Indonesia sebesar USD 42,09 juta berada pada posisi ke-3 setelah Afganistan dan India. Nilai

ekspor untuk produk turunannya, seperti gondorukem sebesar USD 82,91 juta berada di peringkat pertama dan nilai ekspor terpendin sebesar USD 41,26 juta di peringkat kedua setelah Brazil. Negara tujuan ekspor getah pinus, gondorukem, dan terpendin didominasi oleh India, RRC, Vietnam, Korea Selatan, dan Amerika Serikat.

Sebagian besar produksi getah pinus Indonesia berasal dari Pulau Jawa yang dihasilkan oleh Perhutani. Pada tahun 2021, produksi total getah pinus Indonesia sebesar 111.223,88-ton yang mana sekitar 81.788-ton berasal dari Perhutani (BPS, 2022; Perhutani 2022). Hasil penjualan getah pinus menjadi sumber andalan pendapatan Perhutani selain hasil kayu. Kontribusi produk olahan dari getah pinus terhadap total pendapatan Perhutani mencapai $\pm 30\%$ (Perhutani, 2021). Meskipun demikian, realisasi produksi getah pinus Perhutani pada tahun 2021 sebesar 90% atau belum mencapai target yang ditetapkan. Pencapaian realisasi yang belum optimal akibat kurangnya pasokan getah pinus sehingga menyebabkan keterbatasan bahan baku. Salah satu faktor penyebab tidak tercapainya target yang telah ditetapkan adalah proyeksi tahun sebelumnya yang *overestimate*. Oleh karena itu, ketersediaan data tentang sebaran tegakan pinus dan potensi getah pinus menjadi penting dalam menetapkan target produksi.

Selain melakukan pengukuran terestris, pendugaan potensi sebuah tegakan dapat menggunakan pendekatan penginderaan jauh. Penginderaan jauh mampu memberikan informasi secara cepat, lengkap, dan relatif akurat. Penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, fenomena atau proses ekosistem menggunakan suatu alat yang tidak bersentuhan langsung secara fisik dengan obyek atau fenomena yang diselidiki (Lillesand et al. 2015). Selain mencakup kegiatan pengumpulan data mentah, penginderaan jauh juga meliputi pengolahan data secara otomatis (komputerisasi) dan manual (interpretasi), analisis citra, dan penyajian data yang diperoleh (Jaya, 2015). Berbagai jenis data sensor optik, seperti Landsat, SPOT, QuickBird, IKONOS, WorldView, ASTER, MODIS, AVHRR, Radarsat, dan ALOS PALSAR telah tersedia. Citra Landsat paling sering digunakan untuk menduga biomassa atas tanah karena cakupan yang luas, dapat diunduh secara gratis, serta memiliki resolusi spasial dan temporal menengah (Foody et al. 2001; Fleming et al. 2015; Lu et al. 2016). Saat ini Landsat 8 yang baru memberikan citra dengan band spektral yang lebih banyak dan resolusi radiometrik yang lebih tinggi daripada satelit Landsat sebelumnya.

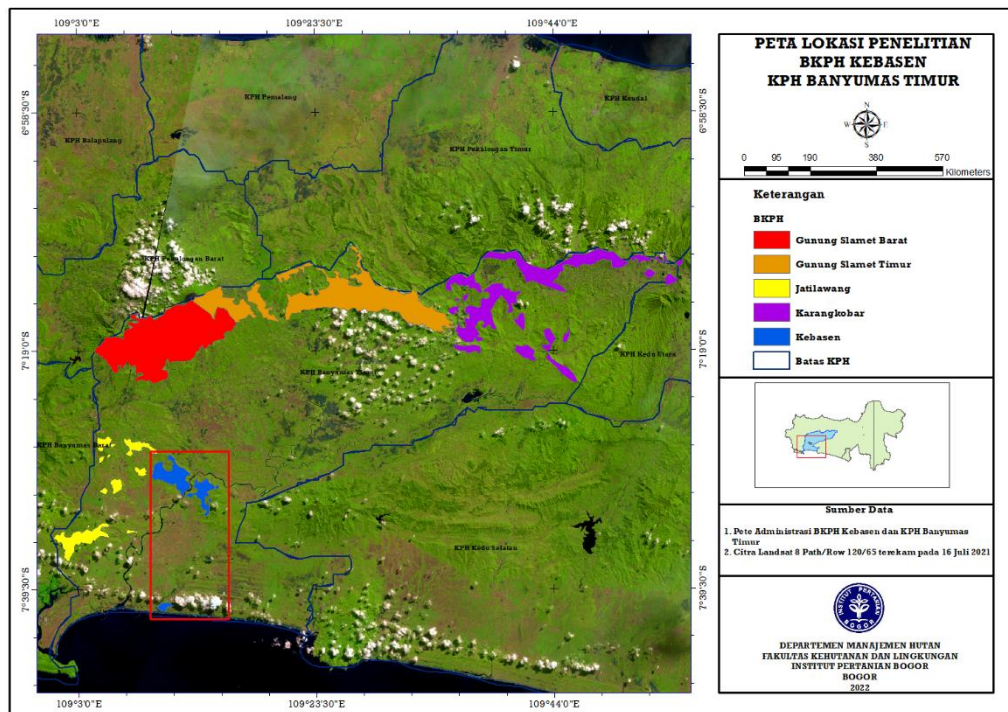
B. Tujuan

Salah satu wilayah Perum Perhutani yang didominasi oleh tegakan pinus dan mengandalkan getah pinus sebagai sumber pendapatan adalah Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Banyumas Timur, khususnya di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan (BKPH) Kebasen. BKPH Kebasen termasuk kelas perusahaan pinus namun belum pernah melakukan riset terkait potensi getah pinus berbasis citra satelit. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan memberikan landasan ilmiah

untuk pendugaan potensi getah *Pinus merkusii* berdasarkan data penginderaan jauh. Sehingga dapat menyediakan informasi untuk mendukung perencanaan dan pengelolaan hutan pinus di KPH Banyumas Timur.

II METODE

Lokasi penelitian terletak di BKPH Kebasen, KPH Banyumas Timur (Gambar 1). BKPH Kebasen termasuk kelas perusahaan pinus dengan luas 2.869,56 ha yang meliputi Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Kalirajut, RPH Kebasen, RPH Mandirancan, dan RPH Sidamulih. Secara administratif BKPH Kebasen berada di dua kabupaten yaitu Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Cilacap. Data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa data citra Landsat 8 (OLI) Path/Row 120/65 terekam pada 16 Juli 2021 dan data *ground check* di lapangan tentang kondisi tutupan lahan. Sedangkan data sekunder terdiri dari data Peta Rupa Bumi (RBI) wilayah Kabupaten Banyumas, peta batas administrasi BKPH Kebasen, data mengenai kondisi umum lokasi penelitian, serta data produksi getah pinus BKPH Kebasen tahun 2021.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian di BKPH Kebasen, BKPH Banyumas Timur

Riset ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu pengolahan awal data penginderaan jauh, pengambilan data lapangan, dan analisis data. Pengolahan awal data penginderaan jauh terdiri dari beberapa proses, yaitu perubahan format citra, penggabungan band (*layer stack*), koreksi geometrik, pemotongan citra, interpretasi citra, dan penentuan nilai indeks vegetasi. Resolusi spasial dari Citra Landsat yang digunakan adalah 30 m dengan sistem koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) pada zona 49S. Citra Landsat 8 OLI mencakup tujuh band multispektral, yaitu Band1-Coastal, Band2-Blue, Band3-Green, Band4-Red, Band5-NIR, Band6-SWIR1, and Band7-SWIR2. Penggabungan band (*layer stack*) dilakukan pada band 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Koreksi geometrik dilakukan di *Erdas Imagine 2015* untuk memperbaiki koordinat citra agar diperoleh nilai piksel dengan posisi yang tepat.

Selanjutnya, citra dibuat menjadi sebuah mozaik dan di *cropping* sesuai dengan lokasi penelitian. Komposit band yang digunakan untuk mengidentifikasi hutan pinus adalah komposit *Red Green Blue* (RGB) 654. Komposit band ini dikenal baik dalam menginterpretasi penggunaan lahan dan kenampakan vegetasi dapat terlihat dengan jelas (Khairussidqih et al. 2021). Indeks vegetasi yang digunakan adalah *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI merupakan suatu transformasi untuk menonjolkan aspek vegetasi sehingga dapat menunjukkan tinggi kerapatan vegetasi yang ada di lapangan (Hangu et al. 2018). NDVI memiliki nilai vegetasi yang berkisar antara -1 dan +1. Semakin besar nilai NDVI menunjukkan semakin tinggi kerapatan vegetasi. Hasil penelitian Lintang et al. (2017) menunjukkan bahwa transformasi indeks vegetasi NDVI memiliki akurasi terbaik dibanding SAVI, ARVI, DVI dan RVI memiliki akurasi paling tinggi dalam prediksi menentukan kerapatan vegetasi tegakan.

Pengambilan data lapangan (*ground check*) menggunakan *metode purposive sampling*. Sebanyak 18 plot contoh berbentuk persegi dengan ukuran 30 m x 30 m diukur di lapangan. Plot dipilih dengan mempertimbangkan keterwakilan setiap jenis tutupan lahan, kerapatan tajuk, ketersebaran plot pada setiap RPH, kelas umur tegakan pinus, serta akses kawasan. Data yang dikumpulkan pada setiap plot antara lain titik koordinat, jenis tutupan lahan, jumlah pohon pinus dalam plot, dan dokumentasi kondisi plot contoh. Pengambilan data titik koordinat tegakan pinus dan jenis tutupan lahan lain, serta foto kondisi lapangan dilakukan untuk mencocokkan tutupan lahan yang telah diinterpretasi pada citra dengan kondisi tutupan lahan sebenarnya di lapangan.







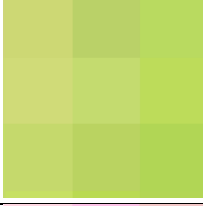

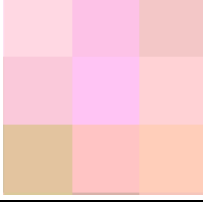

Analisis data terdiri dari analisis citra digital, analisis separabilitas, klasifikasi tutupan lahan, uji akurasi, analisis spasial, dan pendugaan potensi getah pinus. Analisis citra digital menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Jaya (2015) menyebutkan bahwa pengelompokan kelas ditetapkan berdasarkan penciri kelas (*signature class*) yang di peroleh dari pembuatan area contoh (*training area*). Analisis separabilitas bertujuan untuk mengetahui evaluasi keterpisahan *training area* dari setiap kelas. Metode yang digunakan untuk mengukur tingkat keterpisahan kelas adalah metode *Transformed Divergence*. Metode yang dipakai untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan adalah *Maximum Likelihood*, yaitu membandingkan dan menghitung nilai rata-rata dari berbagai macam kelas dan band yang ada. Nilai yang dihasilkan pada *Maximum Likelihood Method* didasarkan pada nilai piksel yang sama dan identik pada citra (Mau et al. 2020). Uji akurasi dilakukan untuk mengetahui besarnya kesalahan klasifikasi area contoh dengan menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix*) atau disebut juga matriks kontingensi. Perhitungan analisis dalam uji akurasi meliputi *User's accuracy*, *Producer's accuracy*, *Overall accuracy*, dan *Kappa accuracy*. Selanjutnya yaitu analisis spasial untuk menggabungkan data titik koordinat pengamatan lapangan dengan peta hasil analisis NDVI sehingga mendapatkan nilai NDVI tiap plot contoh pengamatan. Hasil nilai NDVI tiap plot pengamatan menjadi acuan dalam melakukan *reclass* data sebaran hutan pinus. Merujuk kepada Sudjana (2005), sebaran hutan pinus dibedakan menjadi 3 kelas

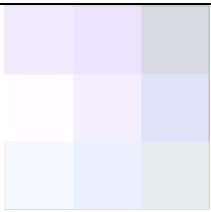
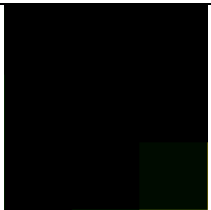
kerapatan yaitu kerapatan rapat, sedang, dan jarang. Pendugaan getah pinus menggunakan data rata-rata kerapatan pohon per ha dan luas hutan pinus setiap kerapatan. Data produksi getah pinus menggunakan data sekunder berupa hasil getah pinus gram/pohon/hari dan hari kerja dari BKPH Kebasen. Formula yang digunakan merujuk kepada hasil penelitian Wulandari (2017).

III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sebaran Tegakan Pinus

Tutupan lahan di lokasi penelitian diklasifikasikan menjadi lima kelas, yaitu hutan pinus (rapat, sedang, jarang), hutan non-pinus, lahan terbuka, awan, dan bayangan awan. Gambar 1 membandingkan hasil *training area* kelas tutupan lahan di citra landsat 8 dengan tutupan lahan di lapangan. Pada kelas tutupan lahan terbuka antara kondisi citra dengan lapangan ada perbedaan karena sudah ada penanaman tanaman pinus di tahun 2018. Demi memudahkan proses klasifikasi terbimbing maka pada *training area* tetap dikategorikan ke dalam kelas lahan terbuka.

No	Kelas tutupan lahan	Gambar pada citra	Kondisi di lapangan	Kombinasi nilai RGB
1	Hutan pinus rapat			Red : 6742 Green : 7684 Blue : 8505
2	Hutan pinus sedang			Red : 6842 Green : 7923 Blue : 8593
3	Hutan pinus jarang			Red : 6923 Green : 7908 Blue : 8638
4	Hutan non pinus			Red : 7073 Green : 8132 Blue : 8653
5	Lahan terbuka			Red : 9598 Green : 9374 Blue : 8653

No	Kelas tutupan lahan	Gambar pada citra	Kondisi di lapangan	Kombinasi nilai RGB
6	Awan			Red : 12355 Green : 12894 Blue : 13264
7	Bayangan awan			Red : 6160 Green : 6941 Blue : 8187

Gambar 2 Kelas tutupan lahan pada citra dan di lapangan

Berdasarkan nilai separabilitas, seluruh kelas tutupan lahan di BKPH Kebasen memiliki nilai *Transformed Divergence* antara 1.900 sampai 2.000 (Tabel 1). Hal ini berarti bahwa kelas tutupan lahan sudah terpisah dengan baik. Semakin kecil nilai *Transformed Divergence*, semakin buruk separabilitasnya. Nilai maksimum (misal: 2000) menunjukkan keterpisahan yang sangat baik, sedangkan nilai nol sama dengan tidak terpisah (Jaya, 2015).

Tabel 1 Nilai separabilitas tutupan lahan

No	Tutupan lahan	1	2	3	4	5
1	Hutan pinus	0	1.975,65	2.000	2.000	2.000
2	Hutan non pinus	1.975,65	0	2.000	2.000	2.000
3	Awan	2.000	2.000	0	2.000	2.000
4	Bayangan awan	2.000	2.000	2.000	0	2.000
5	Lahan terbuka	2.000	2.000	2.000	2.000	0

Hasil uji akurasi untuk nilai *Overall accuracy* sebesar 97,96 % dan akurasi pada *Kappa accuracy* menunjukkan nilai sebesar 96,50 %. Berdasarkan nilai *Kappa accuracy*, ketelitian interpretasi hampir sempurna atau telah memenuhi batas minimal uji yang dapat diterima. Menurut Vierra dan Garret (2005) nilai *Kappa accuracy* yang berada pada rentang 0,81 – 0,99 termasuk dalam kategori *almost perfect agreement*. Pernyataan ini senada dengan Sampurno dan Thoriq (2016) bahwa ketelitian interpretasi lebih dari 85% memberikan ketelitian yang tinggi. Tabel 2 menyajikan matrik kontingensi berbagai kelas tutupan lahan.

Tabel 2 Matriks kontingensi hasil klasifikasi 5 kelas tutupan lahan

Tutupan lahan	Hutan pinus	Hutan non pinus	Awan	Bayangan awan	Lahan terbuka	Total	UA (%)
Hutan pinus	523	3	0	0	0	526	99,43
Hutan non pinus	13	321	0	0	0	334	96,11
Awan	0	0	18	0	0	18	100
Bayangan awan	0	0	0	30	0	30	100
Lahan terbuka	4	0	0	0	67	71	94,37
Total	540	324	18	30	67	979	
PA (%)	96,85	99,07	100	100	100		
<i>Overall Accuracy (%)</i>			97,96				
<i>Kappa Accuracy (%)</i>			96,50				

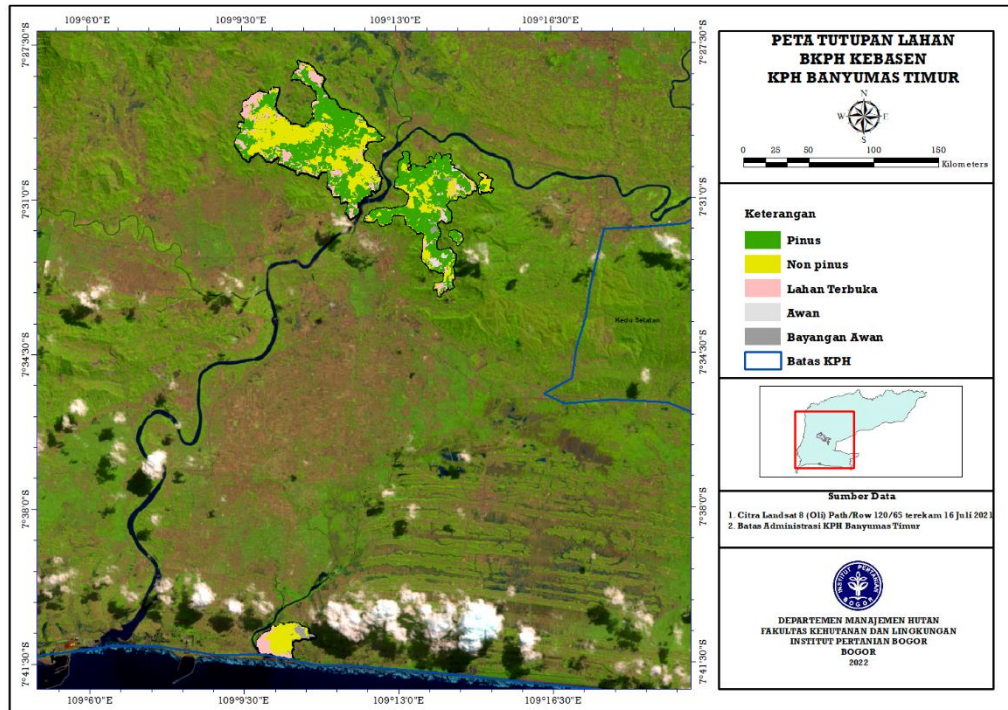
Luas areal yang diteliti berdasarkan analisis citra digital adalah 2.869,56 ha, dimana luasan ini sama dengan luas berdasarkan RKPH Perhutani. Jadi pengaruh perbedaan luas dengan menggunakan analisis citra tidak menjadi signifikan. Luas untuk setiap kelas tutupan lahan ditampilkan pada Tabel 3. Hutan pinus merupakan kelas tutupan lahan dengan persentase terbesar (51%). Kelas awan dan bayangan awan memiliki persentase terkecil, yaitu 2,31 % dari luas total tutupan lahan. Kondisi ini menunjukkan bahwa citra landsat 8 dapat digunakan untuk peta tutupan lahan. Citra yang memiliki jumlah presentase luas awan kurang dari 10 % layak digunakan untuk membuat peta penutupan lahan (Rasina et al. 2016).

Tabel 3 Luas klasifikasi tutupan lahan pada citra

No	Tutupan lahan	Luas (ha)	Persen (%)
1	Awan	26,16	0,91
2	Bayangan awan	40,21	1,40
3	Lahan terbuka	363,96	12,68
4	Hutan non pinus	974,76	33,97
5	Hutan pinus	1.464,47	51,03
Total		2.869,56	100

Jenis tutupan lahan yang berupa hutan di BKPH Kebasen berdasarkan hasil klasifikasi terbimbing memiliki luas 2.439,23 ha yang terdiri dari hutan pinus (1.464,47 ha) dan hutan non-pinus (974,76 ha) atau setara 85% dari total luas lahan. Luas tutupan lahan selain hutan memiliki luasan sebesar 430,33 ha atau 15 % yang berupa lahan terbuka, awan, dan bayangan awan. Lahan terbuka akibat adanya kegiatan penebangan hutan, sedangkan awan dan bayangan awan dari penampakan di citra landsat 8. Secara visual, jenis tutupan lahan disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan RPH, hutan pinus terluas terdapat di RPH Kalirajut yaitu seluas 468,04 ha, sedangkan luas hutan pinus terendah terdapat di RPH Kebasen yaitu seluas 228,32 ha (Tabel 4).



Gambar 3 Peta tutupan lahan BKPH Kebasen hasil klasifikasi terbimbing

Tabel 4 Luas sebaran hutan pinus di masing-masing RPH

No	Nama RPH	Luas (ha)					
		RPH	Pinus	Non pinus	Lahan terbuka	Awan	Bayangan awan
1	Kalirajut	830,36	468,04	256,25	101,16	2,21	2,70
2	Kebasen	545,99	228,32	174,84	95,46	15,24	32,13
3	Mandirancan	642,84	419,19	167,85	42,18	8,42	5,19
4	Sidamulih	850,38	348,91	375,83	125,16	0,29	0,19
Total		2.869,56	1.464,47	974,76	363,96	26,16	40,21

B. Klasifikasi Kerapatan Tegakan Pinus

Berdasarkan pengukuran di lapangan dan perhitungan interval kelas, klasifikasi kerapatan tegakan pinus terdiri dari kelas kerapatan rapat, kelas kerapatan sedang, dan kelas kerapatan jarang (Tabel 5). Luas terbesar dari hasil klasifikasi adalah kelas kerapatan rapat seluas 621,36 ha dan yang memiliki luas terendah adalah kelas kerapatan jarang dengan luas 341,46 ha. Kelas kerapatan hasil

pengukuran lapangan pada masing-masing plot contoh di setiap RPH disajikan di Tabel 6.

Tabel 5 Kelas kerapatan tegakan pinus berdasarkan pengukuran

Kelas kerapatan	Interval kerapatan tegakan (pohon/ha)	Rata-rata kerapatan (pohon/ha)	Luas (ha)
Rapat	464-611	509	621,36
Sedang	316-463	325	501,65
Jarang	167-315	194	341,46
Total			1.464,47

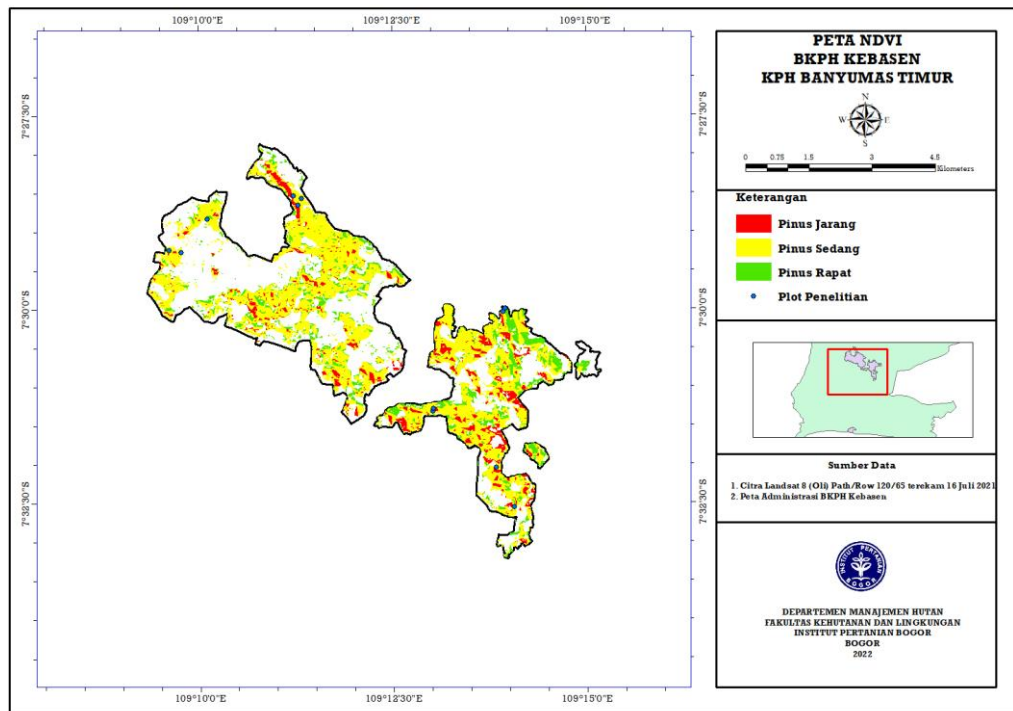
Tabel 6 Kerapatan tegakan pinus hasil pengukuran lapangan di setiap plot

No plot	Lokasi/petak	Jumlah pohon/ha	Kelas kerapatan
1	RPH Kebasen/59 E	489	Rapat
2	RPH Kebasen/61 A1	344	Sedang
3	RPH Kebasen/56 A	344	Sedang
4	RPH Mandirancan/49 A	611	Rapat
5	RPH Mandirancan/48 A2	167	Jarang
6	RPH Mandirancan/54 D	289	Jarang
7	RPH Kalirajut/34 E	322	Sedang
8	RPH Kalirajut/34 D1	400	Rapat
9	RPH Kalirajut/32 A3	222	Jarang
10	RPH Sidamulih/22 B	511	Rapat
11	RPH Sidamulih/25 A	656	Rapat
12	RPH Sidamulih/26 A	389	Rapat

Interval nilai NDVI pada setiap kerapatan pinus yaitu 0,18 – 0,28 (kelas pinus jarang), 0,29 – 0,38 (kelas pinus sedang), dan 0,39 – 0,48 (kelas pinus rapat). Kelas pinus jarang berwarna merah, kelas pinus sedang berwarna kuning, dan kelas pinus rapat berwarna hijau (Gambar 4). Berdasarkan interval nilai NDVI hasil klasifikasi terbimbing ini, nilai NDVI pada plot contoh tegakan pinus berada pada rentang 0,27 – 0,37. Sehingga nilai NDVI dari setiap plot contoh dikelaskan kembali (*reclass*). Interval nilai NDVI tegakan pinus di setiap plot contoh disajikan pada Tabel 7. Kelas kerapatan tegakan pinus berdasarkan nilai NDVI pada masing-masing plot contoh di setiap RPH disajikan di Tabel 8.

Tabel 7 Kelas kerapatan tegakan pinus berdasarkan NDVI di plot contoh

Kelas kerapatan	Interval kelas kerapatan NDVI
Rapat	0,34-0,37
Sedang	0,31-0,33
Jarang	0,27-0,30



Gambar 4 Peta NDVI seluruh tegakan pinus di BKPH Kebasen

Tabel 8 Nilai NDVI dan kerapatan setiap plot pengamatan

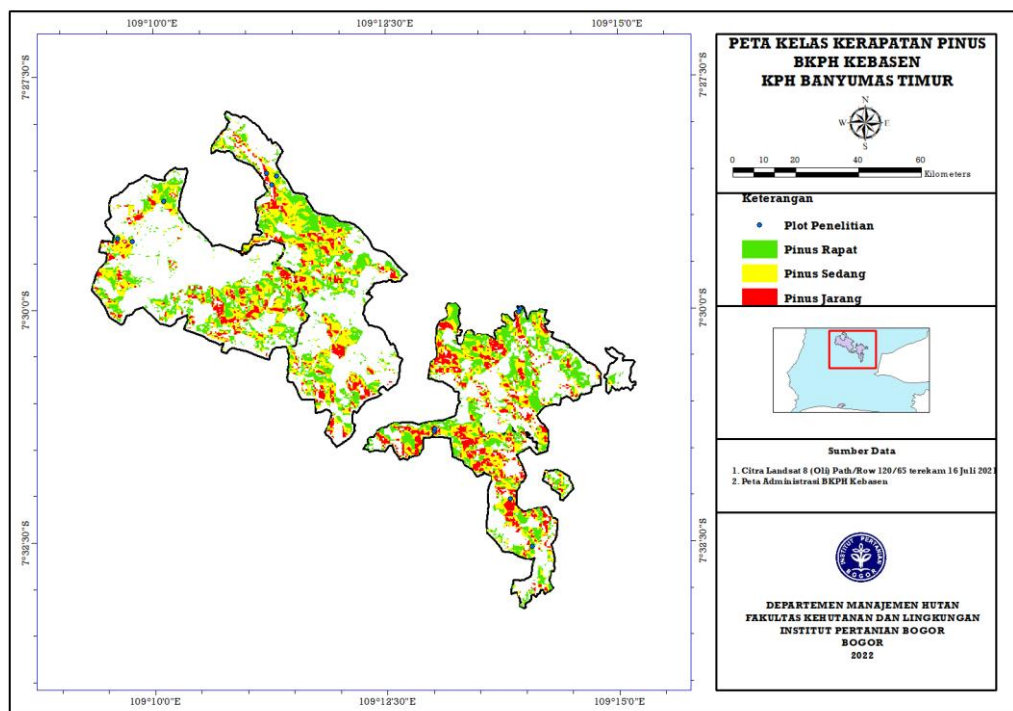
No plot	Lokasi/petak	Nilai NDVI	Kelas kerapatan
1	RPH Kebasen/59 E	0,34	Rapat
2	RPH Kebasen/61 A1	0,35	Rapat
3	RPH Kebasen/56 A	0,29	Jarang
4	RPH Mandirancan/49 A	0,37	Rapat
5	RPH Mandirancan/48 A2	0,32	Sedang
6	RPH Mandirancan/54 D	0,27	Jarang
7	RPH Kalirajut/34 E	0,33	Sedang
8	RPH Kalirajut/34 D1	0,30	Jarang
9	RPH Kalirajut/32 A3	0,29	Jarang
10	RPH Sidamulih/22 B	0,32	Sedang
11	RPH Sidamulih/25 A	0,32	Sedang
12	RPH Sidamulih/26 A	0,32	Sedang

Luas hutan pinus setelah dilakukan *reclass* adalah seluas 1.448,93 ha. Luas masing-masing kerapatan tegakan pinus di setiap RPH disajikan pada Tabel 9 dan sebaran kelas kerapatan tegakan pinus di BKPH Kebasen disajikan pada Gambar 5. Kelas kerapatan tegakan pinus di BKPH Kebasen bervariasi, mulai dari kelas kerapatan jarang hingga kelas kerapatan rapat. Pada hutan tanaman, kerapatan suatu tegakan hutan dipengaruhi oleh kelas umur (KU) tegakan tersebut. Semakin tinggi

KU maka semakin jarang jarak tanamnya karena dijarangi secara berkala untuk mendapatkan pertumbuhan diameter dan produksi getah yang optimal.

Tabel 9 Luas hutan pinus hasil reclass di setiap RPH

No	Nama RPH	Luas tegakan pinus (ha)			Total
		Jarang	Sedang	Rapat	
1	Kalirajut	93,10	176,41	193,53	463,03
2	Kebasen	70,43	78,62	75,50	224,55
3	Mandirancan	105,30	113,34	196,32	414,96
4	Sidamulih	67,45	128,10	150,84	346,39
	Total	336,28	496,47	616,19	1.448,93



Gambar 5 Peta kelas kerapatan tegakan pinus di BKPH Kebasen

Pada penelitian ini diperoleh informasi bahwa tegakan pinus yang termasuk kelas kerapatan rapat berada di KU V dan KU VI. Tegakan pinus yang termasuk kelas kerapatan sedang dan jarang sebagian besar berada di KU VIII dan KU IX. Kondisi tegakan pinus pada setiap kelas kerapatan ditampilkan pada Gambar 6. Terdapat perbedaan kelas kerapatan tegakan pinus pada beberapa plot contoh antara hasil pengukuran di lapangan dengan hasil nilai NDVI dari citra. Perbedaan ini disebabkan karena nilai indeks vegetasi dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti jenis pohon, kondisi kesehatan vegetasi, kondisi tegakan (tumbuhan bawah), serta sudut pantulan cahaya dari objek yang diterima sensor.



(a)

(b)



(c)

Gambar 6 Tegakan pinus rapat (a), tegakan pinus sedang (b), dan tegakan pinus jarang (c)

Jenis pohon dapat mempengaruhi pembacaan nilai indeks vegetasi. Kondisi tajuk pohon pinus yang merupakan jenis pohon berdaun jarum relatif jarang, sehingga saat pembacaan indeks vegetasi tidak hanya pohon pinus saja tetapi juga vegetasi lain yang berada dibawah tegakan pinus. Kondisi kerapatan tegakan juga menjadi penyebab terbacanya indeks vegetasi dari vegetasi di bawah tegakan. Vegetasi bawah atau *cover crop* dapat mempengaruhi nilai kerapatan pada NDVI, karena NDVI hanya menggunakan band merah didalam prosesnya sehingga tanaman hijau yang memantulkan radiasi dari daerah inframerah dekat akan terbaca oleh NDVI sebagai obyek pengamatan (Yahya et al. 2019). Nilai NDVI juga dipengaruhi oleh kesehatan vegetasi. Vegetasi kurang sehat menunjukkan tingkat kehijauan daun yang rendah di lapangan sehingga mengakibatkan nilai indeks vegetasi rendah, sedangkan vegetasi sehat menunjukkan tingkat kehijauan daun yang tinggi sehingga menghasilkan nilai indeks vegetasi tinggi. Vegetasi yang kurang sehat akan mencerminkan gelombang *Red* dan gelombang NIR lebih sedikit, sedangkan vegetasi yang berfotosintesis dengan baik akan menyerap gelombang *Red* sinar matahari dan mencerminkan gelombang NIR lebih tinggi (Hardianto et al. 2021).

C. Pendugaan Potensi Getah Pinus

Pendugaan potensi getah pinus menggunakan data luas tegakan pinus setiap kelas kerapatan dari hasil pengkelasan kembali (*reclass*) nilai NDVI dari setiap plot contoh (Tabel 9). Kerapatan pohon per ha pada kelas kerapatan rapat adalah 509 pohon/ha, kelas kerapatan sedang 325 pohon/ha, dan kelas kerapatan jarang 194 pohon/ha. Data produksi getah (gram/pohon/hari) menggunakan data sekunder dari BKPH Kebasen yaitu sebesar 12 gram/pohon/hari, dan data hari kerja efektif yaitu 122 hari/tahun. Hasil total getah pinus dalam ton/tahun pada setiap kelas kerapatan di masing-masing RPH diperoleh dengan mengalikan produksi getah pinus rata-rata per pohon, jumlah pohon per kerapatan dan luas hutan pinus setiap kerapatan, sehingga didapatkan produksi getah pinus dalam gram/hari. Hasil tersebut kemudian dikalikan dengan hari kerja efektif lalu dijadikan dalam ton/tahun. Hasil perhitungan produksi getah pinus disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Produksi getah pinus di setiap RPH

No	Nama RPH	Produksi getah (ton/tahun)			Total produksi (ton/tahun)	BKPH Kebasen 2021 (ton/tahun)
		Jarang	Sedang	Rapat		
1	Kalirajut	26,50	83,94	144,28	254,72	271,12
2	Kebasen	20,05	37,41	56,29	113,75	108,79
3	Mandirancan	29,98	53,93	146,37	230,27	228,35
4	Sidamulih	19,20	60,95	112,46	192,61	177,10
	Total	95,73	236,22	459,40	791,35	785,36

Hasil pendugaan potensi getah pinus lebih besar dibandingkan hasil produksi getah pinus BKPH Kebasen tahun 2021. Selisih pendugaan dengan produksi sebesar 5,99 ton/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pendugaan getah pinus yang dilakukan *overestimate*. Perbedaan ini terjadi diduga karena dalam perhitungan potensi getah pinus hanya mempertimbangkan kerapatan tegakan tetapi tidak melibatkan variabel kelas umur, diameter pohon, dan jumlah koakan. Suhartati dan Attoric (2021) menemukan bahwa diameter setinggi dada (dbh) dan jumlah koakan berpengaruh terhadap produktivitas getah pinus per pohon. Semakin besar dbh maka produktivitas getah pinus meningkat.

IV SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Pemetaan sebaran tegakan pinus berdasarkan kelas kerapatan dapat menggunakan citra landsat 8. Berdasarkan klasifikasi citra diperoleh luas hutan pinus di BKPH Kebasen seluas 1.464,47 ha, sedangkan berdasarkan hasil *reclass* seluas 1.448,93 ha yang terdiri dari kelas kerapatan rapat, kelas kerapatan sedang, dan kelas kerapatan jarang. Rata-rata jumlah kerapatan tegakan pinus pada kelas rapat yaitu 509 pohon/ha, sedang 325 pohon/ha, dan jarang 194 pohon/ha. Pendugaan potensi produksi getah pinus di BKPH Kebasen sebesar 791,35 ton/tahun, dimana total produksi getah pinus pada kerapatan pinus rapat sebesar 459,40 ton/tahun, kerapatan pinus sedang 236,22 ton/tahun, dan kerapatan pinus jarang 95,73 ton/tahun. Terdapat perbedaan pendugaan dengan realisasi produksi getah pinus, dimana nilai pendugaan lebih besar, Hal ini terjadi karena dalam pendugaan potensi getah pinus tidak memasukkan variabel diameter pohon dan jumlah koakan.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian yang mempertimbangkan variabel diameter pohon dan jumlah koakan dalam menduga potensi getah pinus berbasis data citra satelit. Selain itu, perlu menggunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi, misalnya sentinel-2 karena memiliki resolusi spasial yang lebih unggul dari landsat 8. Sehingga pendugaan potensi getah pinus lebih akurat dan memberikan sumbangsih yang signifikan dalam penyusunan rencana kerja pengelolaan pinus.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2022). *Statistik Produksi Kehutanan 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Cooling, E.N.G. (1968). *Fast growing timber species of the lowland tropics: Pinus merkusii*.
UK: Commonwealth Forestry Institute, Department of Forestry, University of Oxford, 169p.
- Corryanti, Rahmawati R. (2015). *Terobosan memperbanyak pinus (Pinus merkusii)*. Cepu: Puslitbang Perum Perhutani.
- Fleming, A. L., Wang, G., & McRoberts, R. E. (2015). Comparison of methods toward multi-scale forest carbon mapping and spatial uncertainty analysis: Combining national forest inventory plot data and Landsat TM images. *European journal of forest research*, 134(1), 125-137.
- Foody, G. M., Cutler, M. E., McMorrow, J., Pelz, D., Tangki, H., Boyd, D. S., & Douglas, I. A. N. (2001). Mapping the biomass of Bornean tropical rain forest from remotely sensed data. *Global Ecology and Biogeography*, 10(4), 379-387.
- Hangu, N. S. L., & Arianingsih, I. (2018). Analisis Sebaran Tutupan Vegetasi Menggunakan Citra Landsat 8 di Kecamatan Ulujadi Kota Palu. *Jurnal Warta Rimba*, 6(1). 56-64.
- Hardianto, A., Dewi, P. U., Feriansyah, T., Sari, N. F. S., & Rifiana, N. S. (2021). Pemanfaatan Citra Landsat 8 Dalam Mengidentifikasi Nilai Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI) Tahun 2013 dan 2019 (Area Studi: Kota Bandar Lampung). *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 2(1), 8-15.
- Hartiningtias, D., Fule, P. Z., & Gunawan, A. A. (2020). Wildfire effects on forest structure of Pinus merkusii in Sumatra, Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 457, 117660.
- Hayu, M. K., Ridwana, R. (2019). Analisis kerapatan vegetasi untuk area pemukiman dengan memanfaatkan citra satelit landsat di Kota Tasikmalaya. *Jurnal Geografi*, 8(2), 78-82.
- Imanuddin, R., Hidayat, A., Rachmat, H. H., Turjaman, M., Nurfatriani, F., Indrajaya, Y., & Susilowati, A. (2020). Reforestation and sustainable management of Pinus merkusii forest plantation in Indonesia: A Review. *Forests*, 11(12), 1235.
- Indrajaya, Y., & Handayani, W. (2008). Potency of Merkus Pine (Pinus merkusii Jungh. et de Vriese) Forest as Landslide Control in Java. *Info Hutan*, 5(3), 231-240.
- Jaya, I. N. S. (2015). *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam (Eds. 3)*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.

- Khairussidqih, S., Akhbar, A., Wahid, A., Misrah, M., & Hamka, H. (2021). Analisis spektral penggunaan lahan menggunakan citra landsat 8 di Sub DAS Miu Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi. *Jurnal Warta Rimba*, 9(3), 133-144.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Lintang, N. C., Sanjoto, T. B., & Tjahjono, H. (2017). Kajian Kerapatan Vegetasi Hutan Lindung Gunung Ungaran Jawa Tengah Tahun 2016 menggunakan Metode Indeks Vegetasi. *Geo-Image*, 6(1), 1-7.
- Lu, D., Chen, Q., Wang, G., Liu, L., Li, G., & Moran, E. (2016). A survey of remote sensing-based aboveground biomass estimation methods in forest ecosystems. *International Journal of Digital Earth*, 9(1), 63-105.
- Mau, S. D. I., Ndapamury, A. M., Dima, V. A. K., Prasetyo, S. Y. J., & Fibriani, C. (2020). Analisis ruang terbuka hijau pada Kota Surabaya menggunakan citra landsat 8 dan metode maximum likelihood. *Indonesian Journal of Computing and Modeling*, 3(1), 24-29.
- Mendoza, G. A., & Siahaya, J. (1987). Yield prediction models for Pinus merkusii plantations in Indonesia. *Ecological modelling*, 36(3-4), 181-194.
- Perhutani. (2022). *Laporan Tahunan Perhutani 2021*. Jakarta Selatan: Perum Perhutani.
- Pudjiharta, A. (2005). Permasalahan Aspek Hidrologis Hutan Tusam dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 2(2), 129-144.
- Rahayu, M., Susiarti, S., & Sihotang, V. B. L. (2012). A preliminary ethnobotanical study on useful plants by local communities in Bodogol Lowland Forest, Sukabumi, West Java. *Journal of Tropical Biology & Conservation (JTBC)*, 9(1), 115–25.
- Sudjana, M. S. (2005). *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sudjarwo, S. A., Wardani, G., & Eraiko, K. (2019). The potency of Pinus merkusii extract nanoparticles as anti-Myco bacterium tuberculosis: An in vitro study. *International Journal of Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*, 9(1), 48.
- Suhartati, T., & Attoric, Y. A. (2021). Produktivitas getah pinus (*Pinus merkusii*) pada variasi umur, diameter, dan jumlah koakan (Studi di RPH Sumberejo BKPH Ngadisono KPH Kedu Selatan). *AGRIENVI Jurnal Ilmu Pertanian*, 15(1), 2021.
- Thielges, B. A., Sastrapradja, S. D., & Rimbawanto, A. (Eds.). (2001). *In situ and ex situ conservation of commercial tropical trees*. Faculty of Forestry GMU and ITTO.

- Wulandari, D. A. (2017). Pendugaan Potensi Getah Pinus (*Pinus merkusii Jungh et de Vriese*) Menggunakan Citra Landsat 8 (OLI) di Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yahya, H. D., Asy'ari, M., & Ilham, W. (2020). Estimasi Potensi Tegakan dengan Pemanfaatan Penginderaan Jauh di PT. Prima Multibuana Kabupaten Banjar. *Jurnal Sylva Scientiae*, 2(6), 977-989.