

## DAFTAR ISI

|   |             |
|---|-------------|
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>iii</b>  |
| <b>INTISARI.....</b>  | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>  | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>   | <b>vii</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>  | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1    Latar Belakang .....   | 1           |
| 1.2    Rumusan Masalah .....  | 4           |
| 1.3    Pertanyaan Penelitian .....  | 5           |
| 1.4    Tujuan Penelitian.....   | 5           |
| 1.5    Kegunaan Penelitian.....   | 6           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>  | <b>7</b>    |
| 2.1    Landasan Teori .....   | 7           |
| 2.1.1    Evapotranspirasi .....   | 7           |
| 2.1.2    Landsat 8 .....  | 8           |
| 2.1.3    Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) .....  | 10          |
| 2.1.4    Parameter SEBAL dan METRIC .....   | 11          |
| 2.1.5 <i>Surface Energy Balance Algorithms for Land (SEBAL)</i> .....                                   | 15          |
| 2.1.6 <i>Mapping Evapotranspiration at High Resolution with Internalized Calibration (METRIC)</i> ..... | 19          |
| 2.2    Penelitian Terapan Sebelumnya .....  | 22          |
| 2.3    Kerangka Pemikiran.....  | 31          |
| 2.4    Batasan Istilah .....  | 35          |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>   | <b>40</b>   |
| 3.1    Bahan dan Alat .....   | 40          |
| 3.1.1    Bahan.....   | 40          |

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 3.1.2                                   | Alat.....  | 41        |
| 3. 2                                    | Tahap Pra Lapangan.....  | 41        |
| 3.2.1                                   | Pengumpulan Data .....   | 41        |
| 3.2.2                                   | Koreksi Geometrik.....   | 42        |
| 3.2.3                                   | Koreksi Radiometrik .....  | 43        |
| 3.2.4                                   | Klasifikasi Multispektral.....   | 44        |
| 3.2.5                                   | Parameter dalam Algoritma SEBAL dan METRIC .....                         | 44        |
| 3.2.6                                   | Estimasi Evapotranspirasi Aktual .....                                   | 48        |
| 3.2.7                                   | Perhitungan Evapotranspirasi untuk Uji Validasi .....                    | 49        |
| 3.2.8                                   | Penentuan Sampel Lapangan .....  | 52        |
| 3. 3                                    | Tahap Kerja Lapangan .....   | 53        |
| 3. 4                                    | Pasca Lapangan.....  | 54        |
| 3.4.1                                   | Uji Ketelitian dan Reinterpretasi.....                                   | 54        |
| 3.4.2                                   | Analisis Data .....  | 55        |
| 3. 5                                    | Deskripsi Wilayah Penelitian .....                                       | 59        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b> |  | <b>62</b> |
| 4. 1                                    | Persiapan dan Pemrosesan Citra .....                                     | 62        |
| 4.1.1                                   | Pengolahan Citra Awal.....   | 62        |
| 4.1.2                                   | Analisis Klasifikasi Multispektral Penutup Lahan.....                    | 65        |
| 4. 2                                    | Analisis Sebaran Sampel Lapangan .....                                   | 68        |
| 4. 3                                    | Pelaksanaan Pengamatan Lapangan.....                                     | 69        |
| 4.3.1                                   | Verifikasi Penutup Lahan di Lapangan .....                               | 70        |
| 4.3.2                                   | Analisis Nilai Leaf Area Index pada Titik Pengamatan .....               | 72        |
| 4. 4                                    | Analisis dan Uji Akurasi .....   | 73        |
| 4.4.1                                   | Analisis Akurasi Klasifikasi Penutup Lahan.....                          | 73        |
| 4.4.2                                   | Karakteristik Emisivitas Permukaan dalam Analisis Evapotranspirasi<br>81 |           |
| 4.4.3                                   | Distribusi Suhu Permukaan Lahan.....                                     | 82        |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 4.4.4                                   | Nilai Albedo Permukaan dalam Estimasi Evapotranspirasi.....               | 85         |
| 4.4.5                                   | Analisis Nilai <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i> ..... | 89         |
| 4.4.6                                   | Analisis Nilai <i>Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)</i> .....         | 93         |
| 4.4.7                                   | Analisis Nilai <i>Leaf Area Index (LAI)</i> .....                         | 97         |
| 4.4.8                                   | Nilai Kekasaran Permukaan dalam Estimasi Evapotranspirasi .....           | 101        |
| 4.4.9                                   | Evapotranspirasi Aktual SEBAL dan METRIC.....                             | 102        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> |   | <b>152</b> |
| 5.1                                     | Kesimpulan .....  | 152        |
| 5.2                                     | Saran.....  | 153        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>              |   | <b>154</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                    |   | <b>165</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 2. 1 Proses Evapotranspirasi (Sumber : Allen et al, 1998).....  | 8   |
| Gambar 2. 2 Akuisisi dan Operasi Misi Citra Landsat (Wulder et al., 2012) .....  | 9   |
| Gambar 2. 3 Skema Kerangka Pemikiran .....   | 34  |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir.....  | 58  |
| Gambar 3. 3 Peta Lokasi Penelitian .....   | 61  |
| Gambar 4. 1 ROI dan Landsat 8 27 Juni 2020 dan 06 Juni 2024.....   | 67  |
| Gambar 4. 2 Peta Distribusi Titik Sampel.....  | 69  |
| Gambar 4. 3 Sampel F30 berupa objek tanah basah hasil klasifikasi (a) Hasil Lapangan (b) 06 Juni 2024.....                       | 71  |
| Gambar 4. 4 Sampel C9 berupa objek atap genteng hasil klasifikasi (a) Hasil Lapangan (b) 20 Agustus 2022 .....                   | 72  |
| Gambar 4. 5 Sampel A27 berupa objek air hasil klasifikasi (a) <i>Google Earth</i> (b) 24 April 2020.....                         | 72  |
| Gambar 4. 6 Peta Penutup Lahan Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 .....                  | 80  |
| Gambar 4. 7. Citra Emisivitas Permukaan 27 Juni 2020 (a) dan 06 Juni 2024 (b)81  |     |
| Gambar 4. 8 Peta Suhu Permukaan Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 .....                 | 84  |
| Gambar 4. 9 Citra Albedo dan Statistik Tanggal 20 Agustus 2022.....  | 86  |
| Gambar 4. 10 Peta Albedo Permukaan Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 .....              | 87  |
| Gambar 4. 11 Peta Nilai Indeks Vegetasi NDVI di Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 ..... | 90  |
| Gambar 4. 12 Pengolahan foto di <i>Gap Light Analyzer</i> ; Sampel (a) Klasifikasi (b), Hasil (c).....                           | 92  |
| Gambar 4. 13 Peta Nilai Indeks Vegetasi SAVI di Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 ..... | 95  |
| Gambar 4. 14.Citra LAI dan statistik 27 Juni 2020 (a) dan 06 Juni 2024 (b).....  | 98  |
| Gambar 4. 15 Pengolahan foto di <i>Gap Light Analyzer</i> ; Sampel (a) Klasifikasi (b), Hasil (c).....                           | 99  |
| Gambar 4. 16 Citra kekasaran permukaan dan statistik 12 Oktober 2024.....  | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 4. 17 Citra radiasi netto (RN) dan statistik (a) SEBAL (b) METRIC perekaman 20 Agustus 2022 .....  | 104 |
| Gambar 4. 18 Citra fluks panas tanah (G) dan statistik (a) SEBAL (b) METRIC perekaman 06 Juni 2024.....   | 106 |
| Gambar 4. 19 Citra fluks panas terasa (H) dan statistik (a) SEBAL (b) METRIC perekaman 27 Juni 2020.....  | 108 |
| Gambar 4. 20 Citra fluks panas laten (LE) dan statistik (a) SEBAL (b) METRIC Perekaman 12 Oktober 2024.....   | 110 |
| Gambar 4. 21 Grafik nilai Evapotranspirasi Penman-Monteith, Advection Aridity, SEBAL dan METRIC di seluruh stasiun meteorologi dan klimatologi..... | 113 |
| Gambar 4. 22 Grafik nilai Pan Evaporasi, SEBAL dan METRIC di seluruh stasiun meteorologi dan klimatologi .....                                      | 114 |
| Gambar 4. 23 Peta evapotranspirasi aktual metode SEBAL di Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 .....          | 127 |
| Gambar 4. 24 Peta evapotranspirasi aktual metode METRIC di Sebagian Provinsi DI Yogyakarta dan Jawa Tengah Tahun 2020, 2022, dan 2024 .....         | 130 |
| Gambar 4. 25 Grafik Nilai Rerata ET SEBAL Di Setiap Kelas Penutup Lahan   | 131 |
| Gambar 4. 26 Grafik Nilai Rerata ET METRIC Di Setiap Kelas Penutup Lahan .....  | 132 |
| Gambar 4. 27 Rerata Nilai Evapotranspirasi Aktual Metode METRIC Berdasarkan Kelas Ketinggian Wilayah (m).....                                       | 136 |
| Gambar 4. 28 Rerata Nilai Evapotranspirasi Aktual Metode SEBAL Berdasarkan Kelas Ketinggian Wilayah (m).....  | 138 |
| Gambar 4. 29 Regresi Temperatur Permukaan dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah) .....                                      | 139 |
| Gambar 4. 30 Regresi SAVI dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah).....   | 141 |
| Gambar 4. 31 Regresi NDVI dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah).....   | 142 |
| Gambar 4. 32 Regresi LAI dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah).....  | 143 |
| Gambar 4. 33 Regresi Albedo dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah).....   | 144 |
| Gambar 4. 34 Regresi Radiasi Netto (RN) dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah).....   | 146 |

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 4. 35 Regresi Fluks Panas Terasa (H) dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah) ..... | 147 |
| Gambar 4. 36 Regresi Fluks Panas Tanah (G) dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah) .....  | 149 |
| Gambar 4. 37 Regresi Fluks Panas Laten (LE) dengan evapotranspirasi aktual SEBAL (atas) dan METRIC (bawah) ..... | 150 |

## DAFTAR TABEL

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 2. 1 Karakteristik Landsat 8 .....  | 9   |
| Tabel 2. 2 Karakteristik SRTM .....   | 10  |
| Tabel 2. 3 Emisivitas berdasarkan penutup lahan pada panjang gelombang 8-14 $\mu\text{m}$ .....   | 11  |
| Tabel 2. 4 Perbandingan penelitian evapotranspirasi dengan penelitian sebelumnya .....  | 23  |
| Tabel 2. 5 Batasan Istilah Penelitian .....   | 35  |
| Tabel 3. 2 Data dan Sumber perolehan Data .....   | 42  |
| Tabel 3. 3 Nilai Albedo Tutupan Lahan .....   | 46  |
| Tabel 3. 4 Klasifikasi Koefisien Korelasi ( <i>Pearson Correlation</i> ).....   | 56  |
| Tabel 4. 1 Tanggal Perekaman Citra Landsat 8.....   | 63  |
| Tabel 4. 2 Contoh ROI Pemilihan Penutup Lahan.....  | 67  |
| Tabel 4. 3 Nilai Akurasi Keseluruhan Hasil Klasifikasi Penutup Lahan Tahun 2020 - 2024 .....  | 74  |
| Tabel 4. 4 <i>Confusion matrix</i> penutup lahan 06 Juni 2024.....  | 75  |
| Tabel 4. 5 Tabel Perbandingan Luas Penutup Lahan Tahun 2020, 2022, dan 2024 .....   | 77  |
| Tabel 4. 6 Kesesuaian nilai albedo dengan referensi .....   | 88  |
| Tabel 4. 7 Nilai RMSE NDVI Landsat-8 dengan data lapangan .....   | 93  |
| Tabel 4. 8 Nilai RMSE SAVI Landsat-8 dengan data lapangan.....  | 97  |
| Tabel 4. 9 Nilai RMSE LAI Landsat-8 dengan data lapangan.....   | 100 |
| Tabel 4. 10 Nilai RMSE evapotranspirasi aktual SEBAL dan METRIC.....  | 117 |
| Tabel 4. 11 Nilai RMSE Evapotranspirasi Aktual Metode SEBAL dan METRIC Berdasarkan Tanggal Pengamatan .....   | 118 |
| Tabel 4. 12 Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara ET SEBAL dan METRIC dengan Penman-Monteith, dan Advection Aridity di masing- masing stasiun meteorologi dan klimatologi ..... | 122 |
| Tabel 4. 13 Hasil uji korelasi <i>pearson product moment</i> antara ET SEBAL dan METRIC dengan Pan Evaporasi di masing- masing stasiun meteorologi dan klimatologi .....                          | 124 |
| Tabel 4. 14 Klasifikasi Ketinggian Wilayah .....  | 134 |