Edusola : Journal Education, Sociology and Law
https://publisherqu.com/index.php/edusola
Vol. 1 No. 1 Maret 2025
https://issn.brin.go.id/terbit/detail/20250326110343005

KONDISI OSEANOGRAFI TERHADAP EKOSISTEM MANGROV DI INDONESIA

Sartika[1] Sisy Liana Aprilia[2]
Universitas Islam Negri Sultan Syarif Kasim Riau
Pendidikan Geografi
stika5165@gmail.com, sisyliana3@gmail.com

Abstrak

Ekosistem mangrove di Indonesia, yang memiliki peran ekologis penting, menghadapi tantangan besar akibat perubahan oseanografi yang dipicu oleh perubahan iklim global dan aktivitas manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kondisi oseanografi, seperti suhu laut, salinitas, arus, dan pasang surut, terhadap dinamika ekosistem mangrove di wilayah pesisir Indonesia. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan kualitatif, mengkaji berbagai sumber ilmiah terkait pengaruh oseanografi terhadap ekosistem mangrove. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter oseanografi seperti gelombang ekstrem, arus laut, dan fluktuasi pasang surut mempengaruhi perubahan garis pantai, distribusi mangrove, serta penurunan tutupan mangrove. Selain itu, suhu dan salinitas laut berperan penting dalam mendukung pertumbuhan dan regenerasi mangrove. Kesimpulannya, pemahaman yang mendalam mengenai dinamika oseanografi sangat penting dalam merumuskan strategi konservasi dan rehabilitasi mangrove yang adaptif terhadap perubahan iklim dan tekanan manusia. Penelitian ini menyarankan pentingnya integrasi data oseanografi dalam perencanaan ekosistem pesisir untuk meningkatkan efektivitas intervensi di masa depan.
Kata Kunci: Ekosistem mangrove, oseanografi, suhu, salinitas, arus laut.

Abstract

The mangrove ecosystem in Indonesia, which plays a crucial ecological role, faces significant challenges due to oceanographic changes driven by global climate change and human activities. This study aims to analyze the impact of oceanographic conditions, such as sea temperature, salinity, currents, and tidal fluctuations, on the dynamics of mangrove ecosystems in the coastal regions of Indonesia. The methodology used is a literature review with a qualitative approach, examining various scientific sources related to the impact of oceanography on mangrove ecosystems. The data obtained were analyzed descriptively through data reduction, data presentation, and conclusion drawing. The results show that oceanographic parameters such as extreme waves, sea currents, and tidal fluctuations affect shoreline changes, mangrove distribution, and mangrove cover reduction. Additionally, sea temperature and salinity play an important role in supporting mangrove growth and regeneration. In conclusion, a deep understanding of oceanographic dynamics is essential in formulating conservation and rehabilitation strategies for mangroves that are adaptive to climate change and human pressures.

This study suggests the importance of integrating oceanographic data into coastal ecosystem planning to enhance the effectiveness of future interventions.
Keywords: Mangrove ecosystem, oceanography, temperature, salinity, sea currents.

PENDAHULUAN

Ekosistem pesisir memainkan peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan antara wilayah laut dan daratan. Salah satu komponen utama dari ekosistem ini adalah hutan mangrove, yang memiliki fungsi ekologis signifikan, seperti memperkuat garis pantai, menyediakan habitat bagi beragam biota laut, serta berperan dalam penyimpanan karbon dalam jumlah besar. Selain itu, mangrove juga berperan sebagai benteng alami terhadap abrasi dan badai tropis, serta memiliki manfaat ekonomi dan sosial yang besar bagi masyarakat di sekitarnya. Namun demikian, tekanan aktivitas manusia dan dampak perubahan iklim telah menyebabkan kerusakan yang cukup serius terhadap kelestarian mangrove.

Kondisi oseanografi, yang mencakup parameter seperti suhu permukaan laut, salinitas, arus laut, pasang surut, dan sedimentasi, memiliki dampak signifikan terhadap keberlangsungan ekosistem mangrove. Perubahan dalam parameter ini, yang semakin dipicu oleh perubahan iklim global, dapat menyebabkan ketidakseimbangan ekologis pada ekosistem mangrove. Misalnya, peningkatan suhu laut dapat menghambat regenerasi mangrove dan mempercepat degradasi habitatnya. Selain itu, perubahan pola arus laut dan pasang surut juga dapat mempengaruhi distribusi nutrisi dan sedimentasi, yang pada gilirannya mempengaruhi kesehatan dan keberagaman spesies mangrove.

Indonesia, sebagai negara dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia dan hutan mangrove terluas secara global, sangat rentan terhadap perubahan oseanografi. Banyak wilayah pesisir di Indonesia mengalami konversi lahan mangrove menjadi tambak, pelabuhan, dan pemukiman, yang diperparah oleh naiknya permukaan laut dan perubahan pola pasang surut. Akibatnya, perubahan oseanografi yang berlangsung dapat mempercepat kehilangan vegetasi mangrove dan memicu hilangnya fungsi ekosistem pesisir yang penting.

Studi oleh Nugroho menunjukkan bahwa suhu air laut yang lebih tinggi dapat mengurangi kerapatan mangrove, sementara salinitas yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan dan distribusi spesies mangrove tertentu[1]. Selain itu, penelitian oleh Akamaking[2] di Kupang, Nusa Tenggara Timur, mengungkapkan bahwa kualitas perairan, termasuk suhu,

salinitas, dan oksigen terlarut, sangat mempengaruhi kesehatan ekosistem mangrove di kawasan tersebut. Kondisi perairan yang tidak optimal dapat menyebabkan stres pada tanaman mangrove dan mengurangi fungsi ekologisnya sebagai habitat bagi berbagai spesies laut.

Meskipun banyak studi telah membahas aspek ekologi mangrove, sebagian besar penelitian masih belum secara komprehensif mengintegrasikan aspek oseanografi sebagai variabel kunci. Review literatur ini menjadi penting untuk menjawab kebutuhan akademik dan kebijakan dalam menanggulangi degradasi mangrove dari perspektif interdisipliner. Dengan mengumpulkan dan mengevaluasi penelitian yang relevan tentang kondisi oseanografi dan pengaruhnya terhadap ekosistem mangrove di Indonesia, kajian ini bertujuan memberikan pemahaman yang lebih holistik dan berbasis data. Selain itu, hasil review ini dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi konservasi berbasis sains yang lebih efektif, berkelanjutan, dan adaptif terhadap perubahan iklim.

Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis bagaimana kondisi oseanografi seperti suhu laut, salinitas, arus, dan pasang surut mempengaruhi dinamika ekosistem mangrove di berbagai wilayah pesisir Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan menggunakan metode Studi literatur, yaitu dengan mengkaji berbagai sumber ilmiah yang relevan, seperti jurnal akademik, buku, laporan penelitian, dan artikel yang membahas Analisis Pengaruh Kondisi Oseanografi Terhadap Ekosistem Mangrove Di Indonesia. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui tiga tahapan utama, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan menyaring informasi yang relevan dan menghilangkan data yang tidak mendukung fokus penelitian. Data yang telah direduksi kemudian disusun dalam penyajian data berbentuk deskripsi naratif, tabel, atau grafik untuk memperjelas temuan penelitian serta menunjukkan pola yang ditemukan. Selanjutnya, penelitian melakukan penarikan kesimpulan dengan mengidentifikasi strategi manajemen keuangan yang efektif dalam usaha pendidikan serta memberikan rekomendasi bagi lembaga pendidikan swasta dalam meningkatkan pengelolaan keuangan mereka. Dengan metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif mengenai Analisis Pengaruh Kondisi Oseanografi Terhadap Ekosistem Mangrove Di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

NO	PENULIS	TUJUAN	METODE	HASIL
1.	Ira Puspita Dewi, Nursalam, Dimas Widyanata(2021) [3]	Penelitian ini secara umum bertujuan (1) menganalisis riwayat gelombang maksimum 21 tahun, (2) menganalisis arus rata-rata selama 4 tahun terakhir, (3) mengamati pengaruh dinamika oseanografi terhadap perubahan garis pantai dan tutupan mangrove.	Metode penelitian meliputi penelusuran literatur, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa gelombang maksimum di Desa Pagatan Besar dominan terjadi pada Musim Barat (Desember - Februari) dengan ketinggian rata-rata 1,515 meter, dan gelombang maksimum tertinggi tercatat pada tahun 2001 yaitu 2,03 meter. Pola arus laut selama periode penelitian didominasi oleh arus pasang surut, dengan arah arus total cenderung ke timur laut dan tenggara pada Musim Barat, serta terjadi perubahan garis pantai yang

				mencakup sedimentasi dan abrasi. Selain itu, luasan mangrove mengalami penurunan sebesar 4,68 Ha dalam kurun waktu 1999-2009, mengindikasikan adanya dampak dinamika oseanografi terhadap perubahan fisik ekosistem mangrove di wilayah tersebut. Sumber dan konten terkait
2.	Sigit Febrianto, Hanan Azzahra Syafina, Nurul Latifah, Max Rudolf Muskananfola(2022)[4]	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan luasan dan kerapatan mangrove dalam kurun waktu 5 tahun menggunakan citra satelit Landsat 8.	Metode yang digunakan dalam melakukan ekstraksi ekosistem mangrove menggunakan pengindraan jauh dengan kombinasi band 5 6 4 melalui beberapa tahapan: 1).	Penelitian ini menunjukkan bahwa luasan mangrove di Kawasan Taman Nasional Sembilang mengalami penurunan dari 92.731 ha pada tahun 2014 menjadi

			Pra processing citra, 2). Supervised classification 3). Reclass Mangrove dan Non-Mangrove 4). Analisis NDVI, 5). Reclass NDVI, 6).	88.586 ha pada tahun 2019, dengan total penurunan 4.145 ha atau sekitar 4,5%. Selain itu, analisis kerapatan mangrove juga menunjukkan perubahan selama periode tersebut, dengan kategori kerapatan padat mengalami peningkatan luasan. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan luasan dan kerapatan mangrove di kawasan ini meliputi aktivitas manusia seperti pembukaan lahan dan faktor alam seperti abrasi pantai dan sedimentasi sungai. Sumber dan konten terkait
3.	Septy Heltri1, Ester Retiana Endang G,	Penelitan ini bertujuan untuk merekomendasikan waktu terbaik dalam	Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu	Penelitian ini menganalisis karakteristik

	Farhan Ramdhani, Amir Yarkhasy Yuliardi, Rizky Janatul Magwa, Lauura Hermala, Yoppie Wulanda(2024)[5]	penanaman mangrove dengan melakukan studi karakteristik oseanografi.	berupa pemetaan data karakteristik oseanografi dan deskriptif analisis.	oseanografi di Pulau Dompak untuk menentukan waktu penanaman mangrove yang optimal. Hasilnya menunjukkan bahwa suhu permukaan laut berkisar antara 29-31°C, dan salinitas antara 31-32 ‰, yang termasuk dalam rentang yang mendukung pertumbuhan mangrove. Pasang surut di wilayah ini bertipe campuran condong ke ganda, dengan ketinggian maksimum sekitar 1 meter saat pasang tertinggi. Kecepatan arus tergolong rendah, dengan nilai maksimum 0,22 m/s, yang juga menguntungkan bagi penanaman mangrove karena

				mengurangi risiko erosi dan membantu sedimentasi. Berdasarkan analisis musiman, Musim Peralihan I (Maret-April) direkomendasikan sebagai waktu terbaik untuk penanaman mangrove di Pulau Dompak. Hal ini disebabkan karena pada musim ini, kecepatan arus cenderung paling rendah dibandingkan musim lainnya, sehingga menciptakan kondisi yang lebih stabil bagi bibit mangrove untuk tumbuh dan berkembang. Kondisi oseanografi yang stabil ini penting untuk memastikan keberhasilan

				rehabilitasi mangrove dan memaksimalkan manfaat ekologis serta ekonomi dari ekosistem mangrove di Pulau Dompak.
4.	Fajar Hudoyo, Sugeng Widada, Lilik Maslukah, Baskoro Rochaddi, Anindya Wirasatriya dan Novi Susetyo Adi(2021)[6]	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasang surut, distribusi air tanah payau, dan sedimen dasar terhadap pola sebaran mangrove.	Metode penelitian ini meliputi pengambilan dan analisis data geolistrik menggunakan metode Vertical Electrical Sounding (VES) dengan konfigurasi Schlumberger, data pasang surut dari Badan Informasi Geospasial (BIG) Bogor, sampel sedimen dari 8 titik untuk analisis granulometri dan kandungan C organik, serta data salinitas dari 7 sumur buatan menggunakan refraktometer. Analisis data pasang surut menggunakan metode	Hasilnya menunjukkan bahwa dinamika pasang surut di wilayah ini adalah campuran condong harian tunggal, dengan fluktuasi elevasi air laut yang signifikan. Variasi dalam karakteristik mangrove berkorelasi dengan jarak dari pengaruh pasang surut dan kondisi hidrologi setempat. Mangrove yang tumbuh di area yang relatif jauh dari pengaruh pasang surut langsung, dengan suplai air

			harmonik Admiralty, pengolahan data geolistrik dengan software Ipi2win, analisis ukuran butir sedimen merujuk pada McIntyre dan Holme	utama dari lapisan akuifer air hujan dan aliran dari dataran tinggi, cenderung memiliki akar yang tumbuh di dalam tanah, batang yang tinggi, dan diameter batang yang lebih kecil. Sebaliknya, mangrove di dekat zona pasang surut, yang dipengaruhi oleh air laut, memiliki batang yang lebih pendek, diameter batang yang lebih besar, akar nafas, dan adaptasi terhadap salinitas yang lebih tinggi.
5.	Wenang Anurogo, Muhammad Zainuddin Lubis, Nurul Khakim, Wikan Jaya Prihantarto, Lingga Renggana	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat Pengaruh Pasang Surut Terhadap Dinamika Perubahan Hutan Mangrove di Kawasan Teluk Banten.	Penelitian ini menggunakan citra Landsat 7 ETM+ tahun 2003 dan Landsat 8 OLI tahun 2017 dimana data citra akan digunakan untuk memantau tingkat perubahan tutupan	Penelitian ini menemukan bahwa luas hutan mangrove di Teluk Banten, Kabupaten Serang, adalah sekitar 681,86 Ha, dengan penyebaran terbesar di Kecamatan

	Cannagia(2018)[7]		lahan hutan mangrove dan dipadukan dengan data lapangan untuk informasi yang tidak dapat diambil dari data citra penginderaan jauh.	Tirtayasa dan Pontang, sementara yang terkecil di Kecamatan Kramatwatu. Hasil analisis pasang surut menunjukkan tipe campuran condong ke ganda, dengan rata-rata muka air laut (MSL) 60 cm. Penelitian ini juga mengindikasikan bahwa peningkatan tinggi muka air laut berkorelasi dengan peningkatan kerusakan hutan mangrove, yang memicu abrasi dan menghambat kemampuan substrat untuk mendukung kehidupan tumbuhan laut.

Berdasarkan kajian dari lima penelitian terdahulu, dinamika oseanografi terbukti memiliki peran penting dalam memengaruhi kondisi ekologis dan perubahan spasial ekosistem mangrove di wilayah pesisir Indonesia. Dewi dan rekan-rekan mengungkap bahwa gelombang

ekstrem serta arus laut jangka panjang memiliki kontribusi nyata terhadap perubahan garis pantai dan berkurangnya tutupan vegetasi mangrove, khususnya di wilayah pesisir seperti Desa Pagatan Besar. Proses abrasi dan sedimentasi yang dipicu oleh dinamika laut ini menyebabkan pergeseran garis pantai yang signifikan, serta menurunkan kapasitas kawasan mangrove untuk berkembang secara alami. Hal ini menegaskan bahwa parameter oseanografi seperti tinggi gelombang, arah arus, serta frekuensi pasang surut bukan hanya berperan dalam morfologi pantai, tetapi juga memengaruhi struktur dan kelangsungan ekosistem vegetatif di sekitarnya.

Febrianto dan koleganya menyajikan perspektif lain melalui analisis perubahan luasan dan kerapatan mangrove dalam kurun lima tahun, dengan pendekatan penginderaan jauh dan analisis indeks vegetasi (NDVI). Meskipun parameter oseanografi tidak dikaji secara eksplisit, pola penurunan kerapatan dan luasan mangrove dalam rentang waktu tersebut memberikan indikasi kuat bahwa faktor-faktor lingkungan yang dipengaruhi oleh perubahan oseanografi, seperti kenaikan muka air laut, peningkatan suhu, atau perubahan salinitas, memiliki kontribusi terhadap degradasi vegetasi. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya memasukkan aspek oseanografi dalam analisis spasial ekosistem mangrove untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif.

Selanjutnya, Heltri dan timnya melakukan pemetaan karakteristik oseanografi untuk merekomendasikan waktu terbaik penanaman mangrove, berdasarkan data suhu permukaan laut, salinitas, pasang surut, dan arus. Penelitian ini menunjukkan bahwa setiap parameter oseanografi memiliki rentang nilai yang optimal bagi pertumbuhan mangrove, dan ketidaksesuaian terhadap ambang batas tersebut dapat menghambat keberhasilan rehabilitasi. Informasi ini sangat relevan untuk perencanaan restorasi berbasis ilmiah, mengingat keberhasilan penanaman mangrove sangat tergantung pada kecocokan biofisik lingkungan pesisir.

Hudoyo dan rekan-rekan memberikan sudut pandang tambahan dengan menekankan pada karakteristik geofisik, seperti distribusi air tanah payau dan jenis sedimen dasar, yang turut dipengaruhi oleh dinamika oseanografi. Temuan mereka menunjukkan bahwa kombinasi antara pasang surut, salinitas, dan jenis substrat memiliki dampak langsung terhadap pola sebaran mangrove. Misalnya, kandungan salinitas yang terlalu tinggi atau substrat yang tidak mendukung seperti pasir kasar dapat membatasi penyebaran dan pertumbuhan jenis-jenis mangrove tertentu. Hal ini memperkuat pemahaman bahwa keberadaan mangrove tidak hanya dipengaruhi oleh faktor biologis, tetapi juga sangat tergantung pada interaksi parameter

oseanografi dan kondisi geologis.

Penelitian yang dilakukan oleh Anurogo dan tim menyoroti pentingnya pasang surut dalam menentukan dinamika perubahan tutupan lahan mangrove. Dengan menggunakan data citra satelit dan data lapangan, mereka menunjukkan adanya hubungan antara fluktuasi pasang surut dan pergeseran wilayah mangrove. Proses akresi dan abrasi yang dipicu oleh perbedaan elevasi air laut dari waktu ke waktu berpengaruh besar terhadap ekspansi atau penyusutan area hutan mangrove. Penelitian ini juga menekankan bahwa perubahan oseanografi sering kali diperparah oleh aktivitas manusia, seperti reklamasi, konversi lahan, atau pembangunan infrastruktur pesisir.

Secara keseluruhan, kelima penelitian ini memberikan gambaran yang konsisten mengenai kompleksitas hubungan antara kondisi oseanografi dan ekosistem mangrove. Parameter fisik seperti gelombang, arus, dan pasang surut, serta parameter kimia seperti salinitas dan suhu laut, berperan besar dalam menentukan distribusi, struktur, dan keberlanjutan mangrove di wilayah pesisir. Oleh karena itu, pemahaman yang menyeluruh mengenai dinamika oseanografi sangat diperlukan dalam menyusun strategi konservasi dan rehabilitasi mangrove yang adaptif terhadap perubahan iklim dan tekanan antropogenik.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian sistematis diatas, dapat disimpulkan bahwa parameter oseanografi seperti suhu permukaan laut, salinitas, arus laut, dan pasang surut memainkan peran yang signifikan dalam memengaruhi dinamika ekosistem mangrove di wilayah pesisir Indonesia. Variabel oseanografi tersebut terbukti berdampak pada proses fisik dan biologis yang menentukan struktur, distribusi, serta keberlanjutan vegetasi mangrove. Gelombang ekstrem dan pola arus laut menunjukkan keterkaitan erat dengan proses abrasi dan sedimentasi yang memicu perubahan garis pantai dan penurunan tutupan mangrove. Sementara itu, suhu dan salinitas laut memengaruhi tingkat keberhasilan pertumbuhan dan regenerasi mangrove, di mana kondisi biofisik yang sesuai menjadi faktor penting dalam upaya rehabilitasi. Dinamika pasang surut, sebagai salah satu komponen utama oseanografi pesisir, berkontribusi terhadap variasi distribusi spasial dan morfologi vegetasi mangrove melalui pengaruhnya terhadap kadar salinitas tanah dan ketersediaan air.

Dengan demikian, pemahaman yang komprehensif terhadap kondisi oseanografi sangat diperlukan dalam merumuskan strategi konservasi, pengelolaan, dan restorasi mangrove yang

berbasis bukti ilmiah. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa integrasi data oseanografi dalam perencanaan ekosistem pesisir akan meningkatkan efektivitas intervensi, terutama dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan tekanan antropogenik di wilayah pesisir Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Akamaking, H. I., Chaterina, D. A., Paulus, A., & Ayubi, A. (2022). Karakteristik parameter fisika kimia perairan pada kawasan ekowisata mangrove di wilayah pesisir Kelurahan Oesapa Barat, Kota Kupang. *Universitas Nusa Cendana Akamaking Dkk*, 41-48.

Anurogo, W., Lubis, M. Z., Khakhim, N., Prihantarto, W. J., & Cannagia, L. R. (2018). Pengaruh pasang surut terhadap dinamika perubahan hutan mangrove di kawasan Teluk Banten. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(2), 130. https://doi.org/10.21107/jk.v11i2.3804

Dewi, I. P., Nursalam, N., & Widyanata, D. (2021). Pengaruh dinamika oseanografi terhadap ekosistem mangrove di Desa Pagatan Besar. *Jurnal Geocelebes*, 5(1), 35-45. https://doi.org/10.20956/geocelebes.v5i1.11975

Febrianto, S., Syafina, H. A., Latifah, N., & Muskananfola, M. R. (2022). Dinamika perubahan luasan dan kerapatan ekosistem mangrove di kawasan Taman Nasional Sembilang menggunakan citra satelit Landsat 8. *Jurnal Kelautan Tropis*, 25(3), 369-377. https://doi.org/10.14710/jkt.v25i3.14909

Heltria, S., Endang, E. G. R., Ramdhani, F., Yuliardi, A. Y., Magwa, R. J., Hermala, L., & others. (2024). Studi karakteristik oseanografi sebagai rekomendasi waktu penanaman mangrove. *Jurnal Kelautan*, 17(1), 9-18. http://doi.org/10.21107/jk.v17i1.22182ABSTRAK

Hudoyo, F., Widada, S., Maslukah, L., Rochaddi, B., Wirasatriya, A., & Adi, N. S. (2021). Studi analisa pasang surut, distribusi air tanah payau dan sedimen serta pengaruhnya terhadap pola sebaran mangrove di Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(4), 409-418. https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i4.12916

Nugroho, E. R., Patric, S., Suryanti, & Purnomo, P. W. (2020). Analysis of changes in mangrove area in the North Coast of Central Java Province, Indonesia. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 16(3), 208-218. http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek