

PREFERENSI KONSUMEN TERHADAP PERUBAHAN WARNA PAPAN PARTIKEL HASIL UKIR LASER CO₂

Consumer Preference for Color Change of CO₂ Laser Engraved Particle Board

**Rasyidah Amany, Alim Fadila Rahman, Indra Gumay Febryano, Dian Iswandaru,
Intan Fajar Suri, Wahyu Hidayat***

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung, 35141

ABSTRACT. *The objective of this study was to determine and analyze the effect of CO₂ laser intensity on color and consumer preferences of particle board products. The particle board was engraved using a laser intensity of 2.5 Watt, 5 Watt and 7.5 Watt. Changes in color were tested with the CIE-LAB system and consumer preferences were observed by interviewing respondents. The results of the lightness (L*), red/green chromaticity (a*) and yellow/blue chromaticity (b*) decreased with increasing intensity, while the color change value (ΔE^*) showed a value of > 12 which means the color was totally changed. Consumer preferences indicate that a laser with an intensity of 7.5 Watts has a greater yield, which is preferred by consumers. From these results, it was concluded that the laser power used for engraving causes the color produced by particleboard products to be darker, this adds to the interest of consumers in buying products.*

Keywords: *particle board; CO₂ laser; consumer preference*

ABSTRAK. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dan menganalisis pengaruh daya laser CO₂ terhadap warna dan preferensi konsumen dari produk papan partikel. Papan partikel tersebut dilakukan pengukiran dengan menggunakan daya laser 2,5 Watt, 5 Watt dan 7,5 Watt. Perubahan warna diuji dengan sistem CIE-LAB dan preferensi konsumen dilakukan dengan wawancara responden. Hasil pengujian kecerahan (L*), kromatisasi merah/hijau (a*) dan kromatisasi kuning/biru (b*) mengalami penurunan seiring dengan naiknya daya laser, sedangkan nilai perubahan warna (ΔE^*) memperoleh nilai > 12 yang berarti warna berubah total. Preferensi konsumen menunjukkan bahwa laser dengan daya laser 7,5 Watt memiliki hasil yang lebih besar, yang artinya lebih disukai oleh konsumen. Hasil tersebut memperoleh kesimpulan bahwa tingginya daya laser yang dipakai untuk pengukiran menyebabkan warna yang dihasilkan oleh produk papan partikel menjadi lebih gelap, hal tersebut menambah minat para konsumen dalam membeli produk.

Kata kunci: papan partikel; laser CO₂; preferensi konsumen

*Penulis Korespondensi. E-mail: wahyu.hidayat@fp.unila.ac.id

PENDAHULUAN

Industri penggergajian kayu merupakan suatu unit usaha yang menggunakan kayu sebagai bahan baku utama, dan gergaji mesin sebagai alat utama (Utama dkk., 2019). Industri penggergajian ini harus mulai diupayakan penggunaan bahan bakunya sehingga dapat menghasilkan produk yang bermanfaat dan harus mengoptimalkan bahan dan meminimalisir limbah yang dihasilkan (Hakim dkk., 2022). Teknologi alternatif dalam meminimalisir limbah adalah dengan memanfaatkan kembali limbah tersebut sehingga menghasilkan barang yang dapat berguna, salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam pengurangan limbah serbuk kayu pada industri kayu gergajian adalah dengan pembuatan papan komposit (Baskara dkk., 2022; Hidayat dkk., 2022; Muhamad dkk., 2019).

Papan komposit merupakan perpaduan dari dua unsur pokok yang berbeda yaitu bahan berlignoselulosa dan pereket sehingga dihasilkannya suatu produk baru contohnya *Medium*

Density Fiberboard (MDF) atau papan serat berkerapatan sedang, *Oriented Strand Board* (OSB) atau papan untai berarah yang untaianya tersusun tegak lurus antar lapisan dan diikat dengan perekat dan papan partikel (Aisyah dkk., 2021; Archila dkk., 2017; Hariz dkk., 2021). Salah satu produk komposit yang mendukung dalam pemanfaatan limbah serbuk kayu yang dominan dihasilkan dari hasil penggergajian adalah papan partikel (Fitra dkk., 2019; Muhammad dkk., 2019). Papan partikel merupakan produk komposit yang menggunakan partikel sebagai elemen utama penyusunnya dilengkapi dengan perekat sebagai bahan tambahan, bahan perekat yang dipakai secara komersial untuk produk papan partikel biasanya merupakan perekat yang berbasis formaldehida seperti fenol formaldehida (PF) dan urea formaldehida (UF), keunggulan dari papan yaitu bahan yang dipakai dalam proses pembuatannya yang mudah didapat (Hidayat dkk., 2019; Sutiawan dkk., 2020; Trisatya dan Sulastiningsih, 2019).

Penggunaan papan partikel, selain dapat digunakan sebagai furnitur dan bahan dalam pembuatan desain interior, dapat pula digunakan sebagai estetika atau karya seni salah satunya dilakukannya pengukiran menggunakan mesin laser CO₂. Laser CO₂ merupakan laser yang memancarkan cahaya monokromatik dan koheren, laser ini bersumber dari gas utama yaitu karbon dioksida dan gas lain yang distimulasikan melalui proses elektrik sehingga mampu melakukan pengukiran pada bidang datar, seperti papan partikel (Samarya dkk., 2013; Saputro dan Darwis, 2020).

Pengukiran papan partikel dengan teknologi laser CO₂ tersebut menyebabkan terjadinya pembakaran pada proses pengukiran yang menyebabkan senyawa kimia kayu seperti hemiselulosa termodifikasi sehingga berefek nyata pada perubahan warna (Hidayat dkk., 2016). Suri dkk. (2021) menjelaskan perubahan kecerahan warna pada kayu terjadi karena adanya perubahan komposisi kimia pada kayu setelah perlakuan panas. Karya seni yang menggunakan teknologi laser sebagai alat utama pengukiran, membutuhkan adanya preferensi konsumen sebagai tolak ukur dalam pembuatan produk. Preferensi konsumen merupakan kesukaan atau suatu hal yang disukai oleh konsumen (Taluke dkk., 2019). Preferensi konsumen juga dapat diartikan sebagai keputusan konsumen yang mempertimbangkan dua atau lebih objek didalamnya, yang dibandingkan sebagai yang paling disukai oleh konsumen tersebut, baik berupa barang maupun jasa (Saefudin dkk., 2020). Penelitian terkait pengaruh daya laser terhadap perubahan warna pada papan partikel belum pernah dilakukan, oleh karena itu penelitian ini penting untuk dilakukan agar mengetahui pengaruh daya laser CO₂ terhadap warna permukaan papan partikel serta menganalisis preferensi konsumen terhadap produk hasil laser CO₂.

METODE PENELITIAN

a. Prosedur penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Maret 2022 - Mei 2022. Bahan yang digunakan berupa papan partikel dengan ukuran 20 cm (p) x 30 cm (l) x 0,9 cm (t). Pengukiran dilakukan menggunakan mesin Laser CO₂ (LS-6040 50W, Glorystar, Shenzhen, China) daya laser 2,5 Watt, 5 Watt, dan 7,5 Watt. Papan komposit yang akan diukir sebelumnya akan dilakukan pembuatan desain pola melalui aplikasi *Corel Draw* dan *Corel Laser*.

b. Parameter penelitian

1) Perubahan Warna

Perubahan warna permukaan papan komposit dilakukan sebelum dan sesudah adanya perlakuan laser, pengujian ini dilakukan menggunakan alat *Colorimeter* (AMT507, Amtast, China) dengan sistem *CIE-Lab* dengan mengukur parameter warna yaitu kecerahan (L^*) dimana nilai 100 merupakan nilai maksimal yang berarti warna putih sempurna dan nilai 0 berarti warna hitam sempurna, warna kromatisasi merah/hijau (a^*) dengan nilai positif ke arah merah dan nilai negatif

ke arah hijau dan warna kromatisasi kuning/biru (b^*) dengan nilai positif ke arah kuning dan nilai negatif ke arah biru (Rubiyanti dkk., 2019; Valverde dan Moya, 2014). Pengujian warna dilakukan acak sebanyak 3 kali ulangan pada tiap pola sampel. Kemudian perubahan warna tersebut diklasifikasikan menggunakan Tabel 1 dan desain yang dipakai ditunjukkan pada Gambar 1. Perubahan nilai keseluruhan warna (ΔE^*) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

Keterangan:

ΔE^* = Perubahan warna akibat *engraving*

ΔL^* = Perubahan kecerahan setelah dan sebelum *engraving*

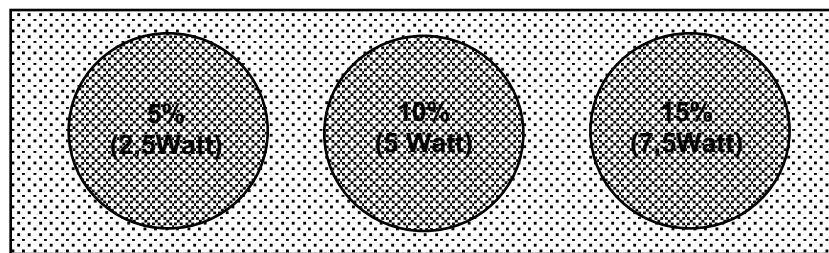
Δa^* = Perubahan kromatisasi merah/hijau setelah dan sebelum *engraving*

Δb^* = Perubahan kromatisasi kuning/biru setelah dan sebelum *engraving*.

Klasifikasi perubahan warna dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi perubahan warna.

No	Nilai Klasifikasi	Keterangan
1	$0,0 < \Delta E^* \leq 0,5$	Perubahan Dapat Dihiraukan
2	$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	Perubahan Warna Sedikit
3	$1,5 < \Delta E^* \leq 3$	Perubahan Warna Nyata
4	$3 < \Delta E^* \leq 6$	Perubahan Warna Besar
5	$6 < \Delta E^* \leq 12$	Perubahan Warna Sangat Besar
6	$\Delta E > 12$	Warna Berubah Total



Gambar 1. Pola pengujian perubahan warna papan partikel.

2) Preferensi konsumen

Preferensi konsumen dilakukan dengan metode wawancara terhadap konsumen dengan rentang umur rata-rata mahasiswa yaitu 18 - 24 tahun. Responden dipilih berdasarkan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan sebesar 10% dan tingkat kepercayaan 90%. Adapun rumus Slovin yang digunakan sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1+N(e)^2}$$

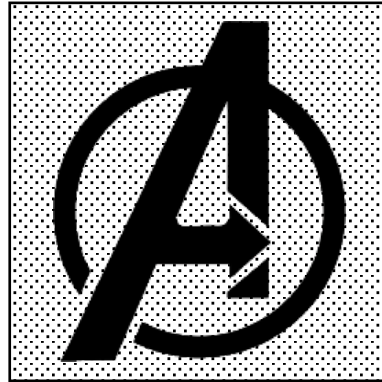
Keterangan:

n = Ukuran sampel/jumlah responden

N = Ukuran populasi (22.262 individu)

e = Perkiraan tingkat kesalahan.

Banyaknya responden yang diambil berdasarkan rumus Slovin tersebut yaitu 100 responden, dimana responden dibagi menjadi 50 responden perempuan dan 50 responden laki-laki. Pengambilan data dilakukan dengan metode wawancara yang dilakukan langsung terhadap konsumen dengan memberikan kesempatan konsumen untuk memilih daya laser yang paling disukai oleh konsumen tersebut dengan menunjukkan pola yang telah dibuat seperti pada Gambar 2, kemudian dilakukan wawancara mendalam seperti alasan mengapa memilih daya laser tersebut sebagai daya laser yang paling disukai oleh konsumen.



(Sumber gambar: commons.wikimedia.org)

Gambar 2. Pola preferensi konsumen produk papan partikel.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

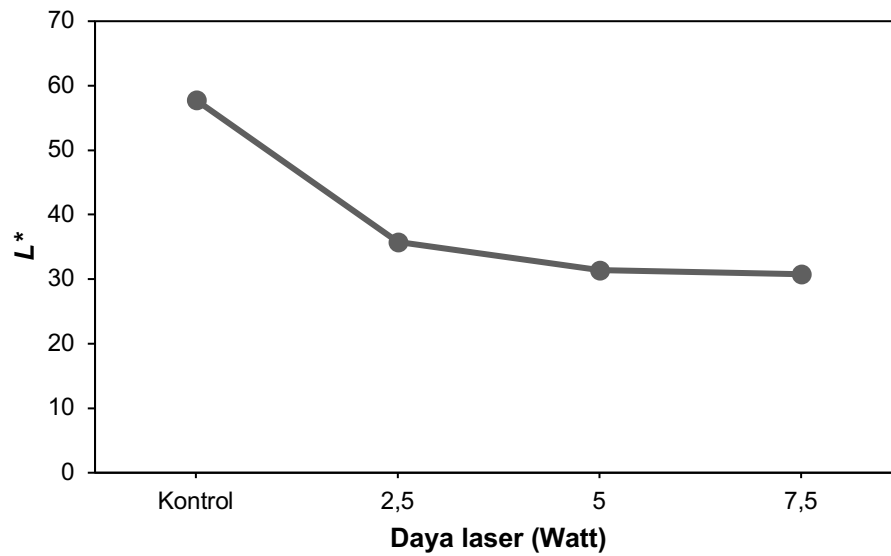
a. Perubahan warna

Perubahan warna yang terjadi secara visual pada papan komposit jenis papan partikel setelah dilakukannya pengukiran menggunakan mesin laser CO₂ dapat dilihat pada Gambar 3. Sedangkan grafik perubahan warna berdasarkan kecerahan (L^*), kromatisasi merah/hijau (a^*) dan kromatisasi kuning/biru (b^*) ditunjukkan pada Gambar 4 – 6.



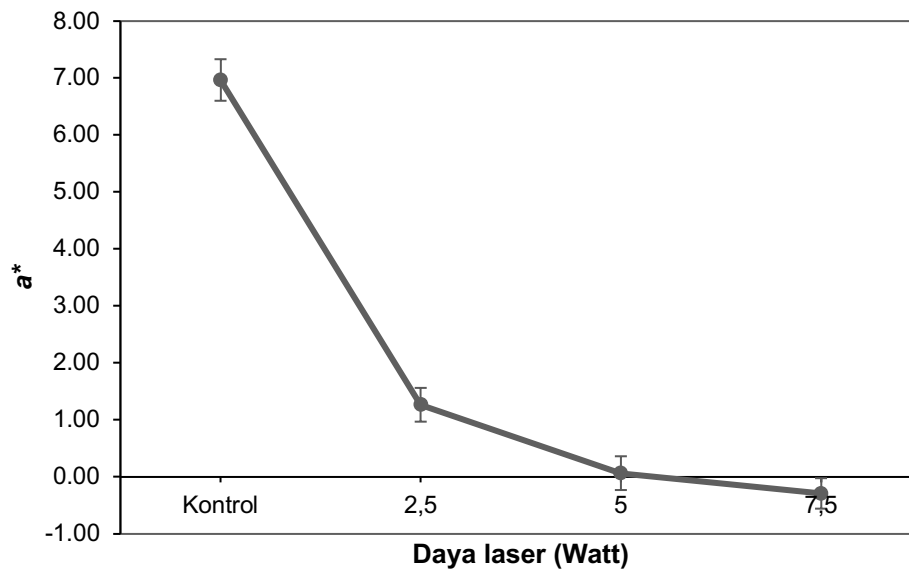
Gambar 3. Perubahan visual papan partikel setelah di laser.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, papan partikel yang telah dilakukan pengukiran dengan mesin laser CO₂ mengalami penurunan tingkat kecerahan secara terus menerus seiring dengan semakin naiknya daya laser yang digunakan (Gambar 3). Penurunan tingkat kecerahan yang terjadi oleh papan partikel disebabkan karena terjadinya degradasi hemiselulosa selama adanya perlakuan panas (Hidayat dkk., 2018; Salca *et al.*, 2016). Menurut Mujahidin (2021), daya laser yang tinggi menyebabkan terjadinya panas dan terjadi pembakaran yang tinggi. Ismanto dan Iqbal (2013) melaporkan bahwa, tingginya suhu dan kelembaban udara yang rendah dapat mempertahankan bahkan meningkatkan nilai kecerahan pada kayu. Hemiselulosa yang terdegradasi karena tingginya suhu tersebut mengakibatkan warna pada papan partikel menjadi gelap, akan tetapi jika suhu yang digunakan lebih tinggi maka akan terjadi pemecahan lignin dan warna pada papan akan semakin gelap (Elwin dkk., 2014).



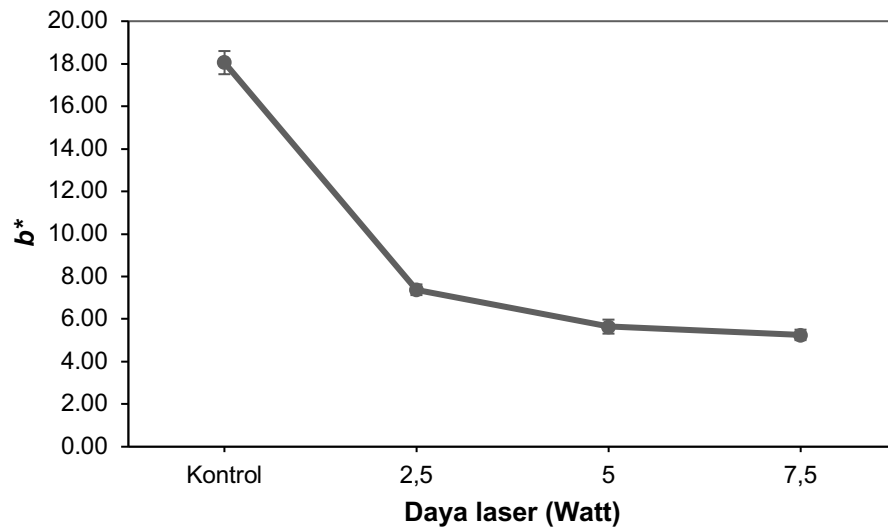
Gambar 4. Pengaruh Daya laser terhadap perubahan nilai L^* pada papan partikel.

Nilai kromatisasi merah/hijau (a^*) pada papan partikel yang telah dilaser mengalami penurunan secara terus menerus hingga mencapai angka minus yang berarti semakin tinggi daya laser yang dipakai, maka warna yang dihasilkan akan semakin hijau karena nilai kromatisasi merah/hijau (a^*) telah mencapai nilai negatif (Gambar 4). Proses ukir dengan teknologi laser CO₂ dapat dilakukan dengan adanya pemantulan sinar laser melalui cermin, proses ini mengakibatkan material yang akan diukir mengalami pembakaran sehingga warna yang dihasilkan akibat dari proses tersebut mengalami penggelapan (Arifin, 2018).



Gambar 5. Pengaruh Daya laser terhadap perubahan nilai a^* pada papan partikel.

Nilai kromatisasi kuning/biru (b^*) pada papan partikel yang telah dilaser mengalami penurunan secara terus menerus (Gambar 5) yang berarti pada setiap kenaikan daya laser terjadi penurunan kecerahan. Adanya zat ekstraktif yang masih terkandung pada partikel kayu yang terdegradasi oleh panas dan pencampuran bahan perekat serta proses pembuatan papan komposit yang harus sesuai standar SNI 03-2105-2006 yang mempersyaratkan kadar air papan partikel < 14% menyebabkan terjadinya perubahan warna (Krisdianto dkk., 2018).



Gambar 6. Pengaruh Daya laser terhadap perubahan nilai b^* pada papan partikel.

Perubahan warna secara keseluruhan (ΔE^*) pada papan partikel semakin meningkat seiring dengan naiknya daya laser yang diberikan (Tabel 2). Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai perubahan warna (ΔE^*) > 12 yang artinya warna pada papan partikel dengan daya laser 2,5 Watt, 5 Watt dan 7,5 Watt berubah total, yang dapat dilihat secara visual dari produk hasil ukir papan partikel. Hal ini sejalan dengan penelitian Widyorini dkk (2014) yang mengatakan bahwa pemanasan kayu yang terjadi pada suhu diatas 90°C berpengaruh sangat nyata pada perubahan warna dan penurunan kadar air.

Tabel 2. Perubahan warna papan komposit

Daya laser (Watt)	Warna				Keterangan
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*	
2,5	22,06 (0,58)	5,70 (0,30)	10,67 (0,25)	25,16 (0,64)	Warna berubah total
5	26,38 (0,48)	6,90 (0,30)	12,41 (0,33)	29,96 (0,63)	Warna berubah total
7,5	27,01 (0,52)	7,26 (0,27)	12,79 (0,25)	30,76 (0,61)	Warna berubah total

*Angka dalam kurung merupakan standar deviasi

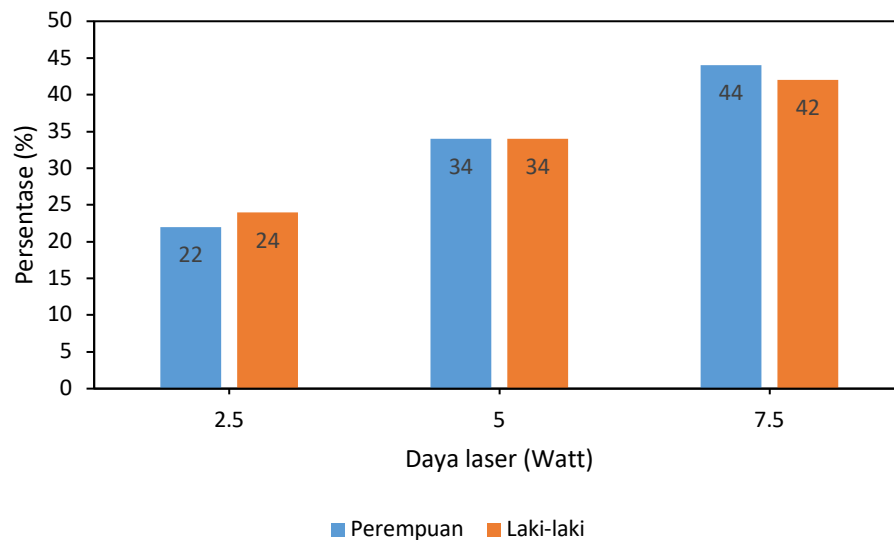
b. Preferensi Konsumen

Berdasarkan hasil preferensi konsumen yang telah dilakukan, konsumen yang diwawancarai mengenai produk yang paling disukai dari 3 daya laser yang dipakai seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Produk hasil laser pada papan partikel.

Berdasarkan hasil wawancara, konsumen yang memilih produk hasil laser dengan daya 2,5 Watt sebanyak 22% untuk konsumen perempuan dan 24% untuk konsumen laki-laki. Sedangkan, konsumen yang memilih produk hasil laser dengan daya 5 Watt sebanyak 34% untuk konsumen perempuan dan laki-laki. Produk hasil laser yang paling banyak disukai oleh konsumen adalah produk dengan hasil laser daya 7,5 Watt. dengan total konsumen perempuan yang memilih yaitu 44% (22 orang) dan total konsumen laki-laki yang memilih yaitu 42% (21 orang), jika ditotal sebanyak 43 orang konsumen memilih produk tersebut sebagai produk papan partikel yang paling disukai (Gambar 8).



Gambar 8. Pengaruh daya laser CO₂ terhadap preferensi konsumen.

Alasan konsumen memilih produk dengan daya laser 7,5 Watt dikarenakan warna yang dihasilkan hitam pekat dan sudah sangat baik dilihat oleh mata, dibandingkan dengan daya 2,5 Watt yang memiliki warna sangat tipis seakan warna tersebut mudah hilang jika dibiarkan terlalu lama. Menurut Novrianda (2019), konsumen pada dasarnya akan selalu memilih produk dengan kualitas yang baik, pada penelitian ini merupakan daya laser 7,5 Watt karena warna yang dihasilkan lebih pekat dan lebih terlihat dibanding dengan daya laser lainnya. Warna gelap yang dihasilkan oleh daya laser 7,5 Watt juga menjadi daya tarik bagi konsumen karena warna dasar kayu yang terang sangat cocok dipadukan dengan ukiran kayu berwarna gelap (Hidayat dkk., 2017). Menurut Hoibo dan Nyrod (2010), preferensi konsumen dipengaruhi oleh atribut produk yang ditawarkan, sifat visual produk yang ditawarkan dilihat dari kehomogenan produk, warna produk dan kerapian produk. Hal ini sejalan dengan penelitian purwanto (2011) yang mengatakan bahwa secara umum konsumen lebih menyukai warna coklat kehitaman, coklat kemerahan dan coklat kekuningan.

SIMPULAN

Simpulan

Perubahan warna yang dihasilkan oleh 3 daya laser memiliki pengaruh yang signifikan, semakin tingginya daya laser yang digunakan maka warna yang dihasilkan oleh mesin laser akan semakin gelap, sehingga dengan pekatnya warna yang dihasilkan oleh produk maka minat konsumen akan semakin tinggi. Oleh karena itu, banyak responden yang tertarik dengan produk papan partikel hasil laser dengan daya 7,5 Watt karena warna yang gelap.

DAFTAR PUSTAKA

- Archila, M., Diba, F., Setyawati, D., Nurhaida. 2017. Kualitas papan komposit limbah kulit batang sagu (*Metrocylon sp.*) dan plastic polipropilena berdasarkan jumlah lapisan penyusun. *Jurnal Tengawang*. 7(1): 46-56.
- Aisyah, S., Haryadi, J., Maulana, M. I., Marwanto, Prasetia, D., Hidayat, W., Lubis, M. A. R. ., Kim, N. H., Febrianto, F. 2021. Effects of strands pre-treatment and adhesive type on the properties of oriented strand board made from Gmelina (*Gmelina arborea*) wood. *Jurnal Sylva Lestari*. 9(3): 475–487.
- Arifin, Z. 2018. Pengaruh Variasi Cutting Speed terhadap Kekasaran Permukaan SUS 304 pada Proses Laser Cutting Menggunakan Gas N₂. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang. 38 Hlm.
- Baskara, M. I. A., Hapsoro, D., Maulana, M. I., Marwanto, Prasetia, D., Hidayat, W., Lubis, M. A. R., Kim, N. H., Febrianto, F. 2022. Physical and mechanical properties of oriented strand board from three species of plantation forests at various resin contents. *Jurnal Sylva Lestari*. 10(1): 49–62.
- Elwi, Lutfi, M., Hendrawan, Y. 2014. Analisis pengaruh waktu pretreatment dan konsentrasi NaOh terhadap kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa eceng gondok pada proses pretreatment pembuatan bioethanol. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 2(2): 110-116.
- Fitra, F., Nurdin, H., Hasanuddin, Waskito. 2019. Karakteristik papan partikel berbahan baku serat pinang. *Journal of Multidisciplinary Research and Development*. 1(4): 1029-1036.
- Hakim, L., Manik, J, W., Monita, D. 2022. Pemanfaatan limbah serbuk hasil olahan kayu sebagai bahan papan partikel di UKM Aisyah Mebel Palangkaraya. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2(1): 751-756.
- Hariz, T.M.R., Santosa, I.A., Maulana, M.I., Marwanto., Prasetia, D., Hidayat, W., Lubis, M.A.R., Kim, N.H., Febrianto, F. 2021. Effect of resin content on the characteristics of bamboo oriented strand board prepared from strands of Betung, Ampel, and their mixtures. *Jurnal Sylva Lestari*. 9(3): 454–465.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J.H., Febrianto, F., Lee, S.H., Kim, N.H. 2016. Effect of treatment duration and clamping on the properties of heat-treated okan wood. *BioResources*. 11(4): 10070-10086.
- Hidayat, W., Qi, Y., Jang, J.H., Park, B. H., Banuwa, I. S., Febrianto, F., Kim. N. H. 2017. Color change and consumer preferences towards color of heat-treated Korean white pine and royal paulownia woods. *Journal Korean Wood Sci, Technol*. 45(2): 213-222.
- Hidayat, W., Febrianto, F., Purusatama, B. D., and Kim, N. H. 2018. Effects of heat treatment on the color change and dimensional stability of *Gmelina arborea* and *Melia azedarach* woods. *E3S Web of Conferences 03010*. DOI:10.1051/e3sconf/20186803010
- Hidayat, W., Suri, I.F., Safe'I, R., Wulandari, C., Satyajaya, W., Febryano, I.G., Febrianto, F. 2019. Keawetan dan stabilitas dimensi papan partikel hibrida bambu-kayu dengan perlakuan steam dan perendaman panas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 17(1): 68-82.
- Hidayat, W., Aprilliana, N., Asmara, S., Bakri, S., Hidayati, S., Banuwa, I.S., Lubis, M.A.R., Iswanto, A.H. 2022. Performance of eco-friendly particleboard from agroindustrial residues bonded with formaldehyde-free natural rubber latex adhesive for interior applications. *Polymer Composites*. 43 (4): 2222-2233.
- Hoibo, O., Nyrud, A.Q. 2010. Consumer perception of wood surfaces: the relationship between stated preferences and visual homogeneity. *Journal Wood Sci*. 56(1): 276-283.
- Idayanti, F., Dewi, P.M. 2015. Analisis faktor-faktor produksi domestic yang mempengaruhi ekspor kerajinan kayu di kecamatan ubud kabupaten Gianyar. *E-Jurnal EP Unud*. 5 (1) : 195-215.

- Ismianto, A., Iqbal, M. 2013. Pencegahan perubahan warna pada kayu jamuju (*Podocarpus imbricatus*) dan kisampang (*Evodia aromatic* BL.) dengan bahan dasar desinfektan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31(3): 213-220.
- Krisdianto, K., Satiti, E. R., dan Supriadi, A. 2018. Perubahan warna dan lapisan finishing lima jenis kayu akibat pencucian. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 36(3): 205–210.
- Muhamad, S., Marwanto., Maulana, M.I., Maulana, S. Fatrawana, A., Hidayat, W., Sari, R.K., Febrianto, F. 2019. Sifat fisis dan mekanis papan partikel hibrida dari kayu cepat tumbuh dan bambu dengan perlakuan perendaman panas. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 17(1): 47-57.
- Mujahidin, J. 2021. Perancangan kontrol dan analisa jarak axis serta panas sinar laser pada mesin cnc laser engraving. Skripsi. Universitas Darma Persada. Jakarta. 65 Hlm.
- Novrianda, H. 2019. Analisis pengaruh kualitas produk, kualitas layanan dan harga terhadap kepuasan konsumen. *Management Insight*. 13(1): 71-85.
- Purwanto, D. 2011. Finishing kayu kelapa (*Cocos nucifera* L) untuk bahan interior ruangan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. 3(2): 32-37.
- Rubiyanti, T., Hidayat, W., Febryano, I. G., Bakri, S. 2019. Karakteristik pellet kayu karet (*Hevea brasiliensis*) hasil torefaksi dengan menggunakan reactor counter-flow multi baffle (COMB). *Jurnal Sylva Lestari*. 7(3): 321-331.
- Salca, E. A., Kobori, H., Inagaki, T., Kojima, Y., Suzuki, S. 2016. Effect of heat treatment on colour changes of black alder and beech veneers. *Journal of Wood Science*. 62(4): 297-304hlm.
- Samarya, Y.T., Sulianti, M.M., Angin, B.P., Situmorang, M. 2013. Aplikasi laser CO₂ untuk pemotongan (cutting) material menggunakan mesin cnc (control numeric computer). *Saintia Fisika*. 5(1): 1-5.
- Saputro, A. E., Darwis, M. 2020. Rancang bangun mesin laser engraver dan cutter untuk membuat kemasan modul praktikum berbahan akrilik. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*. 2(1) : 40-50.
- Suri, I.F., Kim, J.H., Purusatama, B.D., Yang, G.U., Prasetya, D., Lee, S.H., Hidayat, W., Febrianto, F., Park, B.H., Kim, N.H. 2021. Comparison of the color and weight change in *Paulownia tomentosa* and *Pinus koraiensis* wood heat-treated in hot oil and hot air. *Bioresources*. 16(3): 5574-5585.
- Sutiawan, J., Hermawan, D., Kusumah, S.S., Widyaningrum, B.A., Sukara, E. 2020. Pemanfaatan maltodextrin singkong untuk perekat ramah lingkungan dalam pembuatan papan partikel dari bagas sorgum. *Jurnal Sylva Lestari*. 8(2): 144-154.
- Taluke, D., Lakat, R.S.M., Sembel, A. 2019. Analisis preferensi masyarakat dalam pengelolaan ekosistem mangrove di pesisir pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Spasial*. 6(2): 531-540.
- Trisatya, D. R., Sulastiningsih, I. M. 2019. Sifat papan partikel dari campuran kayu jabon dan bamboo andong. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 37(2): 123-136.
- Utama, R. C., Febryano, I. G., Herwanti, S., and Hidayat, W. 2019. Saluran pemasaran kayu gergajian sengon (*Falcataria moluccana*) pada industri penggergajian kayu rakyat di Desa Sukamarga, Kecamatan Abung Tinggi, Kabupaten Lampung Utara. *Jurnal Sylva Lestari*. 7(2): 195–203.
- Widyorini, R., Khotimah, K., Prayitno, T.A. 2014. Pengaruh suhu dan metode perlakuan panas terhadap sifat fisis dan kualitas finishing kayu mahoni. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 8(2): 65-74.
- Wulandari, F. T. 2019. Limbah industri penggergajian: kajian dan pemanfaatannya. *Jurnal Silva Semalas*. 2(2): 75-78.