

STUDY AWAL KARAKTERISASI SENSOR WARNA TC3200 UNTUK MENENTUKAN KADAR KAFEIN PADA KOPI

Heriyanti¹, Samsidar², Iful Amri², Jesi Pebralia², Rustan², Linda Handayani², Mardian Peslinof²
Desi Ayundari², Sutrisno^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Muara Bulian, Km.15, Kab. Muaro Jambi, Indonesia

²Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi-Muara Bulian, Km.15, Kab. Muaro Jambi, Indonesia

*e-mail: herasutrisno@unja.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran kadar kafein saat ini dibutuhkan agar penggunaan/konsumsi kopi sesuai dengan dosis yang dibutuhkan, akan tetapi, sulitnya karakterisasi dan uji kimia dalam penentuan kadar kafein menjadi hambatan untuk mengetahui dosis kafein secara cepat dan tepat. Pada penelitian ini telah dilakukan karakterisasi sensor warna TC3200 sebagai studi awal rangkaian pembuatan alat ukur kafein berbasis sensor. Sampel yang digunakan adalah kopi Liberika, Arabika dan Robusta yang berasal dari Provinsi Jambi. Preparasi sampel dilakukan dengan proses roasting pada suhu 180°C dan pada saat proses berjalan pengambilan sampel secara real time pada ($t = 38-45s$), hasil preparasi sampel dilakukan uji UV-Vis untuk mengetahui konsentrasi kandungan kadar kafein. Selanjutnya karakterisasi sensor warna TC3200 dilakukan untuk mengetahui nilai RGB (Red, Green, Blue) dari masing – masing sampel kopi. Hasil penelitian didapatkan nilai kadar kafein dari pengukuran UV-Vis yang akan menjadi database sensor, dan hasil karakterisasi sensor warna TC3200 pada kopi Liberika, Arabika dan Robusta secara kuantitatif didapatkan tingkat kevalidan data masing – masing 80%, 60% dan 70% dan analisis kualitatif bahwa sensor dapat digunakan untuk menentukan kadar kafein pada kopi dengan tingkat kematangan atau waktu roasting kopi yang berbeda.

Kata Kunci: Sensor Warna; Kafein; Kopi.

ABSTRACT

[Title: A Study of Color Sensor TCS3200 for Determining Caffeine Content of Coffee] Measurement of caffeine levels of coffee is currently needed so that the consumption of coffee is in accordance with the required dose, but the difficulty of characterization and chemical tests in determining caffeine levels is an obstacle to knowing the dose of caffeine quickly and accurately. In this study, calibration of the TC3200 color sensor was carried out as an initial study of a series of sensor-based caffeine measuring instruments, the samples used were Liberika, Arabica and Robusta coffee samples from Jambi Province. Sample preparation was carried out by roasting at 180°C and during the real time sampling process at ($t = 38-45s$), the results of sample preparation were subjected to a UV-Vis test to determine the caffeine content. Furthermore, the calibration of the TC3200 color sensor is carried out to determine the RGB value of each coffee sample. The results showed that the value of caffeine content from the UV-Vis measurement which will be the sensor database, and the results of the calibration of the TC3200 color sensor on Liberika, Arabica and Robusta coffee quantitatively obtained data validity levels of 80%, 60% and 70% respectively and qualitative analysis that the sensor can be used to determining caffeine content of coffee with different time roasting.

Keywords: Color sensor; Caffeine; Coffee.

PENDAHULUAN

Produksi kopi di Indonesia menunjukkan kenaikan dari tahun ke tahun, peningkatannya sebesar 18,76 % terjadi dari tahun 2014 – 2018 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2019). Sekitar 70% jenis kopi yang diproduksi dan dikomersialkan adalah kopi jenis arabika, lalu kopi robusta sebanyak 28%, dan 2% adalah jenis kopi liberika dan excelsa (Farah, 2012). Biji kopi arabica berbentuk bulat

lonjong memanjang, biji kopi robusta cenderung berbentuk lingkaran padat, dan biji kopi liberika terdapat satu ujung mengerucut di salah satu ujung keping (Arboleda, 2019).

Kualitas kopi sangat ditentukan oleh proses pengolahan terutama pada proses *roasting*/sangrai, untuk itu perlu adanya informasi terkait waktu dan suhu yang digunakan agar dapat dihasilkan kualitas

kopi baik. Pengukuran kualitas kopi telah dilakukan pada variasi suhu *roasting* (Craig., 2018).

Sementara itu, untuk menganalisis kandungan kafein pada kopi dapat dilakukan dengan menggunakan UV-Vis (Arwangga, A,dkk, 2016) dimana kadar kafein kopi murni yg telah dilakukan proses oven (100°C $t=2$ Jam) lebih tinggi dari kadar kafein kopi mentah atau yang belum disangrai. Pengukuran kadar kafein menggunakan UV-Vis dengan pelarut Aquades dan diklorometana diperoleh koefisien serapan dan momen dipol transisi pada panjang gelombang 272nm dan 274,7nm (Belay, dkk, 2008).

Prediksi kandungan kadar kafein pada kopi telah dilakukan, diantaranya dengan metode *Near Infrared Spectroskopi* (NIR). Hasil uji kafein dengan menggunakan uji kimia dijadikan sebagai acuan penentuan kafein dengan NIR dan dihasilkan bahwa metode cepat menggunakan NIR dapat digunakan untuk menentukan kadar kafein (Rosita, R. dkk, 2016).

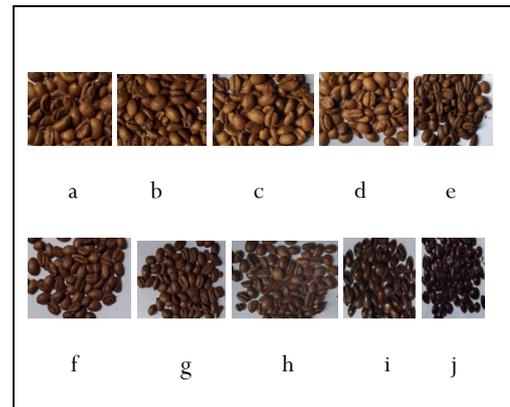
Sensor warna merupakan sensor yang bekerja dengan cara membaca nilai intensitas cahaya yang dibaca melalui matriks fotodiode. Setiap warna yang dipancarkan oleh LED memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda sesuai dengan warna objek (Iwanto,2015), warna yang terdeteksi adalah warna dasar *Read, Green, Blue* (RGB) (Husni. N.,dkk, 2020). Penggunaan sensor warna telah banyak dilakukan diantaranya dengan pengukuran kandungan polifenol teh pada teh hijau (Jiang, H.,dkk, 2020) dengan cara mendeteksi perubahan warna dari informasi aroma teh, dari hasil penelitian bahwa sensor warna memiliki kelayakan dengan error 1,6% sebagai alat deteksi kandungan polifenol pada teh. Penggunaan sensor warna juga telah dilakukan sebagai penentu kualitas kemurnian bensin (Putra, E. A., 2017), Kadar hara tanah sawa (Syam. S., 2017), Kandungan formalin pada ikan asin (Singgih, H., 2013). Pada penelitian ini akan dilakukan penentuan kadar kafein pada kopi Liberika, Arabika dan Robusta dengan menggunakan sensor warna, sebagai standar database kadar kafein pada sensor dilakukan uji UV-Vis pengukuran konsentrasi kadar kafein untuk berbagai jenis sampel dengan variasi waktu dan suhu *roasting*.

METODE

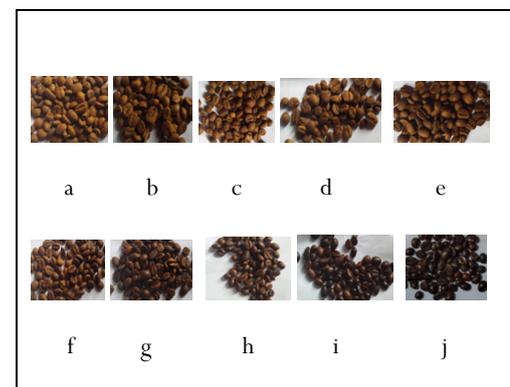
Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan dalam pengukuran kadar kafein adalah jenis kopi liberika, Arabika dan Robusta yang telah di *roasting* pada suhu 180°C , dan dilakukan pengambilan sampel secara *real time*, yaitu pada rentang waktu *roasting* berlangsung saat $t=38$ s – 45 s dengan suhu *roasting* 180°C masing-masing

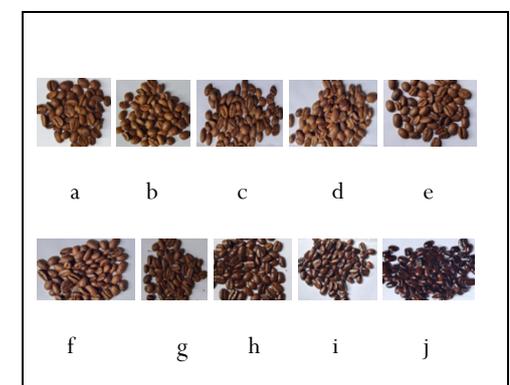
di dapat 10 variasi sampel untuk satu jenis kopi. Adapun variasi sampel dapat dilihat pada gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Sampel kopi liberika dengan suhu *roasting* 180°C ($t=38\text{s}-45\text{s}$)



Gambar 2. Sampel kopi Robusta dengan suhu *roasting* 180°C ($t=38\text{s}-45\text{s}$)



Gambar 3. Sampel kopi Arabika dengan suhu *roasting* 180°C ($t=38\text{s}-45\text{s}$)

Setelah proses *roasting* selanjutnya dilanjutkan uji kimia untuk mengetahui kadar kafein, dalam hal ini pengujian dilakukan dengan menggunakan UV-Vis. Sebelum proses pengujian dilakukan, terlebih dahulu di lakukan preparasi sampel lanjut dengan cara menghaluskan sample (proses *grinding*) dan

dilanjutkan dengan pembuatan larutan standar serta larutan masing-masing sampel.

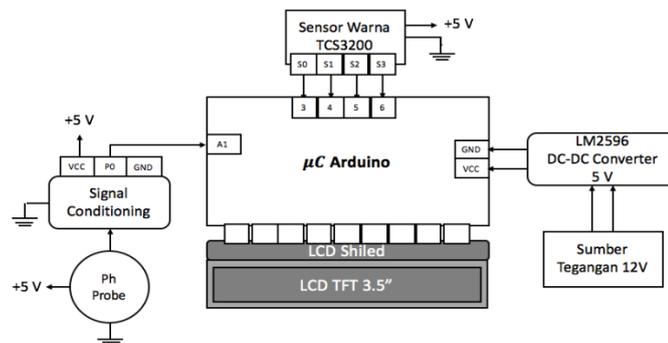
Pembuatan larutan standar dilakukan dengan pelarut akuades dan diklorometan, kosentrasi larutan masing-masing 1 ppm, 3 ppm, 5 ppm, 7 ppm dan 10 ppm. dalam pembuatan larutan digunakan sample standar 0,01gr kemudian dilarutkan dengan pelarut akuades 100ml.

Untuk proses preparasi sampel kopi dilanjutkan dilaboratorium, penghalusan kopi hasil *grinding* dengan *blender* kemudian dilakukan pengayakan menggunakan saringan 250 mikron, masing-masing sampel disiapkan sebanyak 50mg dan dilarutkan dengan 25ml akuades serta diaduk dengan magnetic stirrer selama 1 jam kemudian disaring dengan filter glass. Sampel yang telah dipreparasi dicampur diklorometan perbandingan (25ml:25ml) kemudian dilakukan kembali pengadukan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Selanjutnya ekstrasi menggunakan corong pemisah dilakukan, sebanyak 4 kali pengulangan dan digunakan diklorometer setiap

satu siklus. Setelah serangkaian preparasi maka larutan yang dihasilkan akan diuji dengan menggunakan Uv-Vis. Selain dilakukan pengujian kadar kafein dengan menggunakan Uv-Vis, terhadap sampel yang sama dilakukan pengukuran nilai RGB spesifikasi sensor TCS3200. Data hasil perekaman akan disesuaikan dengan hasil pengukuran kadar kafein, hal ini akan menjadi sumber data sensor yang nantinya akan digunakan untuk mengukur kadar kafein secara langsung.

Perancangan Alat

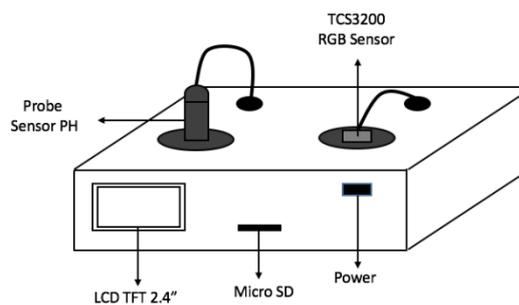
Modul sensor warna TCS230 dirancang untuk mengkonversi warna objek menjadi sebuah frekuensi yang akan diolah dan diterjemahkan oleh mikrokontroler, dalam hal ini sensor warna berperan mendeteksi warna kopi sesuai karakteristik dan kandungan kafein. Adapun blok diagram rangkaian seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Skema Alat Sensor Kadar Kafein

Mekanisme kerja sensor warna ketika kopi disinari LED, maka kopi akan memantulkan sinar LED tersebut dan akan tertangkap oleh photodiode, pantulan sinar tersebut memiliki panjang gelombang yang berbeda-beda hal ini sangat tergantung dengan warna kopi yang akan diukur. Panjang gelombang

dan sinar LED yang dipantulkan oleh sampel kopi akan dibawa untuk mengaktifkan salah satu kelompok *photodiode*, selanjutnya S2 dan S3 (pada gambar 4) akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk menginformasikan warna yang dideteksi.



Gambar 5. Desain *Prototipe* Alat Pengukur Kadar Kafein

Setelah diproses oleh mikrokontroler Arduino dan diterjemahkan oleh jenis warna maka data tersebut akan dibandingkan dengan database yang ada pada memory penyimpanan pada modul Micro SD, secara sederhana database yang ada pada kartu memori akan “dipanggil” terlebih dahulu selanjutnya disesuaikan dengan hasil deteksi sensor maka akan diperoleh informasi kadar kafein kopi tersebut, dan hasil pembacaan akan ditampilkan pada LCD TFT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sensor TCS3200 adalah sebuah sensor dengan nilai keluraan berupa data RGB. Akan tetapi, sensor ini masih memiliki kekurangan yaitu nilai RGB yang dihasilkan masih belum sesuai dengan nilai RGB pada software desain grafis. Oleh karena itu, untuk dapat menggunakannya, sensor TCS3200 perlu untuk dikarakterisasi.

Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui nilai RGB yang dihasilkan oleh sensor agar dapat digunakan untuk pengukuran kafein secara langsung. Selanjutnya hasil pengukuran dilakukan perbandingan dengan hasil pengujian kadar kafein dengan menggunakan UV-Vis. Plot ketepatan pengukuran akan menjadi standar kelayakan dari alat pengukur kadar kafein. Hasil karakterisasi Nilai RGB sensor TCS3200 ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil karakterisasi Nilai RGB sensor TCS3200

Warna	Definsi	Kode		
		R	G	B
	Hitam	163	172	118
	Coklat	78	139	101
	Kuning Tua	17	36	50
	Kuning	17	22	42
	Merah	22	84	62
	Pink	25	102	50
	Hijau	92	48	63
	Hijau Muda	41	32	60
	Biru	114	65	25
	Biru Muda	131	45	17

Berdasarkan tabel 1, dapat dilihat bahwa nilai RGB yang diperoleh telah sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan data tersebut tidak ada nilai R, G, dan B berada pada rentang 0-255. Dengan

demikian, sensor TCS3200 memiliki performansi yang baik dalam menentukan warna.

Selanjutnya, setelah dilakukan karakterisasi terhadap sensor TCS3200, maka pengujian pengukuran level warna pada kopi dapat dilakukan. Pengujian dilakukan terhadap 3 jenis sampel kopi, yaitu kopi liberika, arabika, dan robusta.



Gambar 5. Pengukuran kadar kafein dengan menggunakan sensor TC3200

Hasil pengukuran sensor warna TC3200 terhadap variasi sampel kopi Liberika dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai RGB Kopi Liberika

Sample No.	Nilai RGB			Kesimpulan Pengukuran
	R	G	B	
1	70	130	124	Valid
2	60	118	117	Valid
3	63	128	125	Valid
4	67	138	134	Valid
5	82	168	155	Valid
6	88	179	163	Valid
7	94	180	156	Valid
8	114	226	192	Valid
9	137	253	204	Nilai RGB >250
10	175	300	230	Nilai RGB >250

Dari Tabel 2, hasil pengukuran RGB pada sampel kopi liberika didapatkan sebesar 80% hasil pengukuran dinyatakan valid karena masih berada pada tingkatan warna yang ada di database sensor warna TC3200, untuk sampel 9 dan 10 dinyatakan melewati ambang batas nilai RGB / RGB>250 hal ini dikarenakan warna hasil *roasting* yang suda sangat

pekat/Hitam karena tingkat kematangan roasting yang melebihi dari normal. Hasil pengukuran nilai RGB pada sampel kopi Arabika juga dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Nilai RGB Kopi Arabika

Sample No.	Nilai RGB			Kesimpulan Pengukuran
	R	G	B	
1	83	166	148	Valid
2	85	147	124	Valid
3	140	245	223	Valid
4	132	245	232	Valid
5	90	185	167	Valid
6	132	280	242	Valid
7	146	289	249	Nilai RGB >250
8	182	346	280	Nilai RGB >250
9	204	380	302	Nilai RGB >250
10	203	353	277	Nilai RGB >250

Tabel 7 merupakan hasil pengukuran nilai RGB pada kopi Arabika dengan tingkat ke validan data sebesar 60% dari 10 sampel yang tersedia, sebanyak 4 sampel yaitu sampel 7,8,9 dan 10 mempunyai nilai RGB besar dari 250, banyaknya sampel arabika yang memiliki nilai RGB>250 dikarenakan sampel kopi liberika mempunyai ukuran biji yang lebih kecil dibandingkan dengan sampel kopi lainnya, sehingga apabila dilakukan roasting dengan perlakuan sama maka akan didapatkan lebih banyak sampel dengan tingkat kematangan melewati batas normal/hitam pekat.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Nilai RGB Kopi Robusta

Sample No.	Nilai RGB			Kesimpulan Pengukuran
	R	G	B	
1	63	127	125	Valid
2	67	131	128	Valid
3	75	148	142	Valid
4	82	165	150	Valid
5	91	181	167	Valid
6	117	232	203	Valid
7	116	229	198	Valid
8	255	460	359	Nilai RGB >250
9	182	332	263	Nilai RGB >250
10	180	324	258	Nilai RGB >250

Nilai RGB pada sampel kopi Robusta seperti pada Tabel 3, didapatkan hasil 70% dari sampel dinyatakan valid dan 30% dinyatakan memiliki nilai RGB>250.

Hasil Pengukuran UV-Vis

Hasil pengukuran nilai UV-Vis pada kopi liberika dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5. Kadar Kafein Kopi Liberika

Sample	Konsentrasi Kadar Kafein (ppm)
Sampel 1	10,72574257
Sampel 2	10,79009901
Sampel 3	10,22079208
Sampel 4	8,34950495
Sampel 5	8,924752475
Sampel 6	11,3950495
Sampel 7	9,506930693
Sampel 8	12,7950495
Sampel 9	16,41089109
Sampel 10	28,74356436

Kadar kafein pada kopi liberika pada pemanasan suhu 180° untuk sampel 1 sampai 3 cenderung memiliki kadar kafein relatif sama dan mengalami konsistensi kenaikan pada sampel 4 sampai dengan sampel 10. ketidak konsistenan kadar kafein sampel 1 sd 3 diakibatkan kurang meratanya tingkat kematangan kopi, ini terlihat dengan tingkat warna yang justru lebih gelap dibandingkan dengan sampel 4. Secara keseluruhan pada kopi liberika kadar kafein mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan kematangan kopi yang dicirikan semakin pekatnya warna hasil *roasting*. Untuk kadar kafein pada kopi arabika seperti pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Kadar Kafein Kopi Arabika

Sample	Konsentrasi Kadar Kafein (ppm)
Sampel 1	8,655445545
Sampel 2	19,20792079
Sampel 3	22,35445545
Sampel 4	16,11485149
Sampel 5	31,36930693
Sampel 6	11,02079208
Sampel 7	8,607920792
Sampel 8	6,817821782
Sampel 9	6,432673267
Sampel 10	8,869306931

Karakteristik kadar kafein pada kopi arabika mengalami fluktuasi, namun secara umum pada tingkat kematangan sempurna seperti sampel 6

sampai 10 memiliki kadar kafein lebih rendah dari tingkat kematangan medium seperti pada sampel 1 sampai 5. Selanjutnya karakteristik kadar kafein untuk kopi robusta dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7. Kadar Kafein Kopi Robusta

Sample	Konsentrasi Kadar Kafein (ppm)
Sampel 1	80,26930693
Sampel 2	33,18613861
Sampel 3	38,14851485
Sampel 4	168,1663366
Sampel 5	87,98019802
Sampel 6	98,73267327
Sampel 7	35,18019802
Sampel 8	51,29108911
Sampel 9	210,0237624
Sampel 10	145,6990099

Kadar kafein pada kopi robusta sangat fluktuatif dan tidak tergantung dengan tingkat kematangan, akan tetapi setiap informasi perubahan warna memiliki karakteristik kandungan kafein tersendiri dan tentunya akan menjadi *database* pada sensor warna sebagai penciri kopi robusta.

KESIMPULAN DAN SARAN

Karakterisasi sensor warna TC3200 sebagai pengukur kadar kafein telah berhasil dilakukan, dari hasil pengujian sensor dapat bekerja dengan baik pada tingkat kematangan hasil *roasting* kopi normal/tidak sangat matang. Untuk peningkatan pengukuran perlu penambahan sample dengan variasi suhu *roasting* agar *database* sensor semakin lengkap dalam pengukuran kadar kafein.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini telah didanai melalui penelitian visi Fakultas Sains dan Teknologi Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

Arboleda, E. R., 2019. *Comparing performances of data mining algorithms for classification of green coffee beans*. *Int. J. Eng. Adv. Technol*, 8(5), 1563-1567.

Arwangga, A.F., Asih, I.A., Sudiarta, I.W. 2016. Analisis Kandungan Kafein Pada Kopi Di Desa Sesaot Narmada Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Kimia*, 10 (1): 110-114.

Rosita, R., Budiastara, I.W., Sutrisno,. 2016. Prediksi Kafein Biji Kopi Arabika Gayo dengan *Near Infrared Spektroskopi*. *JTEP Jurnal Keteknik Pertanian*, 4(2): 179-186.

Belay, A., Ture, K., Redi, M., & Aswaf, A. 2008. *Measurement of caffeine in coffee beans with UV/vis spectrometer*. *Food Chemistry*, 108 (2008); 310-315.

Craig, A. P., G. Bothelo., L. S. Oliveira., A. S. Franca,. 2018. *Mid Infrared spectroscopy and chemometrics as tools for the classification of roasted coffees by cup quality*. *Food Chemistry*, 245 (2018); 1052-1061.

Direktorat Jendral Perkebunan, 2019. *Buku Statistik perkebunan*. Kementerian Pertanian.

Farah, Adriana. *Coffee :Emerging Health Effects and Disease Prevention*, First Edition. John Willey & Sons, Inc and Institute of Food Technologists (USA) : WileyBlackwell Publising Ltd; 2012.

Husni, M. L., Rasyad, S., Putra, M.S., Hasan, Y., Rasyid, J. A., 2020. Pengaplikasian Sensor Warna Pada Navigasi Line Tracking Robot Sampah Berbasis Mikrokontroler, *Jurnal Ampere*, 4 (2); 297.

Iwanto, Suryadi. D., Priyatman. P., 2018. Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kadar Boraks Pada Makanan Menggunakan Sensor Warna TCS3200 Berbasis Arduino Uno R3, *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2 (1).

Jiang, H., W. Xu., Q. Chen., 2020. *Determination of tea polyphenols in green tea by homemade color sensitive sensor combined with multivariate analysis*. *Food chemistry*, 319 (2020); 126584.

Singgih, H., 2013. Uji Kandungan Formalin Pada Ikan Asin Menggunakan Sensor Warna Dengan Bantuan FMR (*Formalin Main Reagent*). *Jurnal ELTEK*, 11 (1); 1693-4024.

Syam, S., 2017. Prototipe Alat Ukur dan Rekam Kadar Hara Tanah Sawah Menggunakan Sensor Warna. *Jurnal IT*, 8 (3); 136-143.

Putra, A. E., Nugraha, R., Pangaribuan, P., Pendeteksi kemurnian bensin C8H18 Di SPBU Pertamina Berbasis Sensor Warna Portable. *E-Proceeding of Engineering*, 4 (2); 1392-1401.